

UNIVERSITÉ DE LYON

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE - N° 102

ÉTUDE MONOGRAPHIQUE
DES
EAUX MINÉRALES
DU
DÉPARTEMENT DE L'ISÈRE

THÈSE
POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON
(SECTION DE PHARMACIE)

Présentée et soutenue publiquement devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie

Le 3 Avril 1925

PAR

Marcel LAPRAS

Interne lauréat des Hôpitaux de Lyon

Diplômé de Bactériologie

né à CONDRIEU (Rhône) le 25 Janvier 1898



LYON

Imprimerie BOSC Frères & RIOU

42, Quai Gailleton, 42

Téléphone 63-56

—
1925

ÉTUDE MONOGRAPHIQUE DES EAUX MINÉRALES
DU DÉPARTEMENT DE L'ISÈRE

UNIVERSITÉ DE LYON

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE - N° 102

ÉTUDE MONOGRAPHIQUE
DES
EAUX MINÉRALES
DU
DÉPARTEMENT DE L'ISÈRE

THÈSE

POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

(SECTION DE PHARMACIE)

Présentée et soutenue publiquement devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie

Le 3 Avril 1925

PAR

Marcel LAPRAS

Interne lauréat des Hôpitaux de Lyon

Diplômé de Bactériologie

né à CONDRIEU (Rhône) le 25 Janvier 1898



LYON

Imprimerie BOSC Frères & RIOU

42, Quai Gailleton, 42

Téléphone 63-56

1925

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

Doyen honoraire M. H. HUGOUNENQ
 Doyen M. J. LEPINE.
 Assesseur M. ROQUE.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. AUGAGNEUR, CAZENEUVE, BEAUVISAGE,
 FLORENCE (A.), TEISSIER.

PROFESSEURS

Cliniques médicales	MM. BARD.
Cliniques chirurgicales	ROQUE.
Clinique obstétricale et Accouchements.....	TIXIER.
Clinique ophtalmologique	BERARD.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....	COMMANDEUR.
Clinique neurologique et psychiatrique.....	ROLLET.
Clinique des maladies des enfants.....	NICOLAS.
Clinique des maladies des femmes.....	LEPINE (J.).
Clinique d'oto-rhino-laryngologie	X.
Clinique des maladies des voies urinaires.....	VILLARD.
Clinique chirurgicale, infantile et orthopédie.....	LANNOIS.
Physique biologique, Radiologie et Physiothérapie.....	ROCHET.
Chimie biologique et médicale.....	NOVE-JOSSERAND.
Chimie organique et Toxicologie.....	CLUZET.
Matière médicale et Botanique.....	MOREL.
Parasitologie et Histoire naturelle médicale.....	HUGOUNENQ.
Anatomie	BRETIN.
Histologie	GUIART.
Physiologie	LATARJET.
Pathologie interne	POLICARD.
Pathologie et Thérapeutiques générales.....	DOYON.
Anatomie pathologique	COLLET.
Médecine expérimentale et comparée et bactériologie.....	MOURIQUAND.
Médecine légale	PAVIOT.
Hygiène	ARLOING (F.).
Thérapeutique, Hydrologie et Climatologie.....	Etienne MARTIN.
Pharmacologie	COURMONT (P.).
	PIC.
	X.

PROFESSEURS TITULAIRES SANS CHAIRE

Chargé d'un cours de Pathologie externe.....	MM. VALLAS.
— — Propédeutique de gynécologie.....	CONDAMIN.
— — Chimie minérale	BARRAL.
— — Urologie	GAYET.

CHARGES DE COURS COMPLEMENTAIRES

Anatomie topographique	MM. PATEL.
Orthopédie	LAROYENNE.
Puériculture et hygiène de la première enfance.....	CHATIN.
Stomatologie	TELLIER.

AGREGES

MM.	MM.	MM.	MM.
NOGIER.	COTTE.	CORDIER (V.).	MAZEL.
THEVENOT (Léon)	DUROUX.	ROUBIER.	SANTY.
GARIN.	TRILLAT.	FAVRE.	DUNET.
SAVY.	SARVONAT.	BONNET.	CHALIER (André).
FROMENT.	FLORENCE (G.).	RHENTER.	CHALIER (Joseph).
THEVENOT (Lucien).	ROCHAIX.	LEULIER.	NOEL.
PIERY.			CORDIER (Pierre).

M. BAYLE, secrétaire.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

MM. BARRAL, président ; PIÉRY, assesseur ;
 FLORENCE et LEULIER, agrégés.

La Faculté de médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A CEUX QUI ME SONT CHERS

MEIS ET AMICIS

A NOTRE MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE
MONSIEUR LE PROFESSEUR E. BARRAL

A NOS JUGES

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ G. FLORENCE
MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ PIÉRY
MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ LEULIER

ÉTUDE MONOGRAPHIQUE DES EAUX MINÉRALES DU DÉPARTEMENT DE L'ISÈRE

INTRODUCTION

La célèbre et très ancienne carte de Peutinger est un des rares documents qui puisse nous montrer une aussi fidèle copie des cartes géographiques plus ou moins grossières de l'époque gallo-romaine. Déjà les sources thermales y étaient notées par un signe spécial. Ainsi dès les premières civilisations les hommes poussés par le désir d'inventorier les richesses d'un pays ont essayé de situer l'emplacement et en quelque sorte de repertorier à leur façon les sources minérales. Ils en avaient deviné l'importance au triple point de vue scientifique, médical et même commercial. Par la suite nombres d'ouvrages montrent cette même tendance; tels sont pris au hasard :

Le catalogue raisonné des eaux minérales par Carrière 1785 ; La carte des eaux minérales de France par Brehon 1827 ; Les eaux minérales de France par Patissier 1837 — et bien d'autres encore sans oublier les statistiques de l'école des mines de Paris.

Mais très récemment encore le Docteur Gardette dans la préface de l'Annuaire des eaux minérales françaises paru en 1913 regrettait que « la rédaction

des notices qui y étaient contenues ne répondait pas à ce qu'il avait désiré, qu'il s'était heurté à des difficultés de documentation considérables et qu'il avait été obligé de se contenter pour différentes stations thermales de renseignements souvent rudimentaires. »

En effet non seulement il est souvent difficile de recueillir toutes les indications nécessaires pour fournir la description d'une source, mais encore fréquemment on ne retrouve que des analyses assez anciennes faites par des méthodes très diverses, et ne donnant plus actuellement une précision suffisante. De plus, la composition des sources ne se maintient presque jamais constante, et ce sont des études nombreuses et souvent renouvelées qui seules pourront arriver à donner un état exact et actuel des eaux minérales françaises.

C'est l'œuvre considérable qu'a entreprise depuis sa toute récente création l'Institut d'hydrologie de France et M. le professeur Barral a bien voulu en nous inspirant notre sujet de thèse, nous confier la mission d'apporter à ces recherches notre toute modeste contribution pour la région qui nous était toute désignée d'étudier par les attaches que nous y avons; le département de l'Isère.

Aucune étude générale n'avait encore été faite sur les eaux du département de l'Isère. Il possède cependant 9 sources déclarées d'intérêt public, et ses sources d'Uriage et d'Allevard comptent parmi les meilleures eaux sulfurées françaises. Le besoin se faisait sentir de mettre un peu d'ordre dans les notices très disparates et difficiles à réunir des autres sour-

ces moins connues ou même ignorées. Il convenait de les visiter, d'y faire quelques dosages pour déterminer leurs qualités et de les classer en une suite de petites monographies.

En cela nous nous sommes efforcés de donner au lecteur le plus de renseignements possibles. Nous n'avons pas craint de dire l'histoire de la source, de décrire sa situation et l'aspect des lieux, de rappeler ses origines géologiques, de donner quelques détails sur l'installation hydrothérapique quand il y en avait.

Nous avons fait précéder presque toujours nos recherches personnelles analytiques des analyses antérieures. Enfin ayant en nous même, souvent beaucoup de peine à déterminer l'emplacement de certaines sources mal connues, nous avons jugé indispensable de joindre ici une carte générale schématique du département et quelques petits croquis pour éclairer le texte.

Avant tout il nous fallait un critérium, c'est à dire une définition exacte d'une eau minérale. Si l'on peut dire qu'une eau minérale est une eau active au point de vue médical, nous voyions qu'il est parfois difficile de donner de bonnes définitions des choses que nous concevons le mieux. Nous avons donné notre préférence à la définition de M. Barral : « Les eaux minérales sont des eaux de sources naturelles dont l'usage provoque sur l'organisme humain des modifications pouvant être utilisées favorablement. »

Les Anciennes Analyses avaient le défaut de fixer notre attention sur des sels dont l'existence était hypothétique. Les éléments étant groupés de façon

mobile, certains mêmes se trouvant sous la forme particulière dite colloïdale, nous avons disposé nos résultats en ions, plus conformes aux données modernes de la science.

Avant d'entrer dans l'exposé de notre sujet, nous tenons à remercier tous ceux dont le concours nous fut précieux au long de nos recherches. Nous exprimons à M. Le professeur Barral l'assurance de notre profonde gratitude pour l'amabilité avec laquelle il a bien voulu nous recevoir dans son laboratoire et pour les conseils éclairés qu'il n'a cessé de nous prodiguer.

Que Monsieur Rizard pharmacien en chef de l'Antiquaille veuille bien recevoir l'assurance de toute notre sympathie. Il fut en cette occasion comme toujours pour nous un ami et un maître. Nous n'oublions pas non plus avec quelle obligeance M. Dagaillier ingénieur des mines à Grenoble a bien voulu se prêter à nos demandes de renseignements, et nous lui devons d'avoir pu compléter abondamment notre étude.

CHAPITRE PREMIER

Aperçu de Géographie physique et de Géologie et rapports avec les Eaux minérales

Le département de l'Isère, formé en 1790, de la partie septentrionale de l'ancienne province du Dauphiné, a une superficie de 8.289 kilomètres carrés, qui le placent le huitième des départements français par son étendue. Les nombreux cours d'eau qui le sillonnent en tous sens : l'Isère, le Drac, la Romanche, la Bourbre, et son relief extrêmement tourmenté, le partagent en régions inégales et variées. Cependant, on peut l'envisager comme présentant, *grosso modo*, pour un observateur qui serait très haut placé dans l'atmosphère, l'aspect d'un vaste plan irrégulièrement incliné du Sud-Est ou Nord-Ouest.

A l'Ouest et au Nord, se trouvent les grandes plaines et les larges vallées du Bas-Dauphiné ; puis se succèdent, en allant dans le bas et à l'Est du département : les plateaux moyens, les chaînes calcaires

moyennes, enfin les hautes montagnes, qui portent les neiges éternelles.

Cet ensemble de divisions trouve son explication logique dans la constitution du sol et l'interprétation des phénomènes géologiques qui l'ont formé.

L'étude des terrains traversés par les eaux ayant toujours été un complément indispensable de l'hydrologie, nous parlerons quelque peu, dans une description géologique succincte, de ces diverses régions, en nous attachant plus particulièrement aux causes qui ont pu influencer la composition des eaux minérales.

La *Géologie du Dauphiné*, de M. Lory, et une étude de M. Kilian, de Grenoble, sur les relations géologiques des principales sources thermales du Dauphiné, ont vivement éclairé les simples notions géologiques que nous possédions, et, formant un cadre plus rationnel à notre travail, ont, à ce point de vue, grandement facilité notre tâche.

I. — *La région Nord-Ouest ou Bas-Dauphiné* possède un sol faiblement accidenté, échancré cà et là de grandes plaines ou de vallées à fond plat. De formation récente : époque secondaire et surtout tertiaire, les couches du sol abandonnées par les derniers envahissements des mers sont sensiblement horizontales et composées de sables, graviers, argiles et marnes. C'est de la mollasse marine. Guettard l'appelait : « région sablonneuse et caillouteuse ».

A différents endroits, les plateaux calcaires du Jura s'y sont prolongés, formant des vastes émergences, comme dans les balmes de Crémieu, ou ne laissant

apparaître çà et là que de simples petits îlots calcaires. Elle est pauvre en sources d'eau minérale.

II. — *La région des chaînes moyennes, dites subalpines*, comprend la plus grande partie des massifs bien connus de la Chartreuse, du Vercors et le Trièves. De type jurassique, certains de ces massifs, comme la Chartreuse et le Vercors, sont comme la continuation naturelle des plissements du Jura. Les terrains y sont de l'étage oxfordien et du crétacé. On y rencontre parfois des recouvrements de dépôts tertiaires et principalement de la mollasse. Les sables bigarrés et les argiles plastiques de cette dernière sorte de terrain possèdent, en certains endroits, une constitution particulière plus ou moins ferrugineuse. Ceci viendrait d'une relation avec des gîtes irréguliers d'oxyde de fer, déposés là probablement par des sources ferrugineuses qui auraient circulé autrefois d'une façon intense à travers les fissures de ces calcaires. La silice, qui y accompagne toujours le fer en grande quantité, aurait été amenée de façon semblable. Cette disposition spéciale se retrouve fréquemment, et notamment à Oriol, dans le Trièves, où affleurent de nombreuses sources minérales ferrugineuses.

III. — *Les hautes montagnes* sont des massifs de terrains primitifs, avec des crêtes aiguës, déchiquetées et dont les flancs ont la particularité d'être recouverts par un terrain de schistes argilo-calcaires noirs, appartenant au lias (jurassique inférieur).

M. Lory explique ce fait en disant que : « Les assises du lias se seraient déposées dans un vaste bassin, dans une mer étendue et profonde, dont le fond était formé de terrains anciens déjà bouleversés. Les eaux où s'est formé le dépôt de lias ont dû couvrir tout l'emplacement des Alpes centrales, et il est à conclure que les massifs de terrains cristallisés des Alpes n'ont été mis à jour que par les dislocations du sol du soulèvement alpin qui les ont fait sortir des assises du lias par de larges ruptures que l'on peut comparer par la forme à de grandes boutonnières. »

Après ces dépôts de lias et leur exhaussement au-dessus des eaux, ces régions définitivement émergées ne paraissent pas avoir reçu d'autres dépôts notables. Elles sont comprises dans de vastes étendues du département : rive droite du Drac, Oisans, monts d'Allevard, Les Rousses, Belledune, et la plupart des sources envisagées s'y trouvent prendre naissance.

A la suite de cette courte esquisse géologique, il nous faut montrer que, par rapport à la constitution intime du sol, les sources minérales de l'Isère tirent en grande partie leur minéralisation des terrains suivants :

1. *Terrains triasiques*, riches en sulfate de chaux (anhydrite ou gypse), riche en sulfate de magnésie, de soude, en chlorure de sodium et en sels divers, ainsi qu'en calcaires magnésiens (dolomies et cargneules), qui donnent les sources chlorurées, sulfatées sodiques et magnésiennes.

2. *Terrains liasiques*, composés de calcaires impurs ou de schistes argilo-calcaires, noirs, par suite de la présence de matières organiques et bitumeuses.

Les calcaires sont parfois riches en pyrite de fer, et leur oxydation peut donner lieu à des sulfates et une double décomposition de ceux-ci avec le carbonate de chaux peut provoquer une formation de sulfate de chaux et de carbonate de fer.

Certaines conditions étant remplies, il peut y avoir mise en liberté d'hydrogène sulfuré. Notamment, les matières bitumeuses, en agissant sur les sulfates empruntés au trias, peuvent amener, par réduction, une sulfuration plus ou moins complète et appelée « accidentelle », dont nombreuses sources de l'Isère accusent les caractères (sources sulfhydriquées).

3. *Marnes et calcaires oxfordiens*, qui donnent des eaux bicarbonatées et souvent ferrugineuses, par suite de la présence de ces gîtes particuliers d'oxyde de fer que l'on y trouve.

4. *Alluvions anciennes à galets*, qui, par leur grande abondance de cailloux plus ou moins ferrugineux, donnent, à la suite de décompositions plus ou moins avancées, des propriétés ferrugineuses aux eaux qui les traversent.

Ce rapide exposé permet déjà de prévoir les grands traits dominant des sources qu'il nous a été donné d'étudier :

Sources salines, sources sulfureuses, sources ferrugineuses.

CHAPITRE II

Procédés analytiques

Les plus vieux ouvrages qui traitent de cette question nous montrent déjà le souci des auteurs de rapprocher certaines propriétés médicales constatées dans les eaux, avec les principes chimiques qu'ils venaient d'y découvrir. La fin de l'empirisme avait donné à l'analyse des eaux une importance primordiale. Aujourd'hui, nombreux sont les éléments que nous savons y rechercher, certains même n'étant décelés qu'à l'état de traces et doués cependant d'une grande activité. De plus, l'étude de propriétés physiques nouvelles en est devenue le complément obligatoire.

L'analyse chimique des eaux, en effet, est indispensable pour faire rentrer celles-ci dans un classement méthodique, pour expliquer leurs origines géologiques, pour comprendre et pouvoir diriger utilement leurs propriétés thérapeutiques ; car, comme l'a dit Bergmann : « Connaître la composition d'une eau minérale, c'est devancer l'expérience ».

Si l'analyse doit être complète, c'est une opération longue et délicate, qui doit porter sur des quantités

considérables de liquide et sur des prélèvements faits à des époques différentes.

Devant le nombre de sources que nous avons voulu soumettre à notre étude, nous n'avons pu rechercher et doser que les corps existants en quantité suffisante et de détermination chimique courante. Nous avons désiré surtout constituer une base pour chacune d'elles sur laquelle on puisse s'appuyer pour une appréciation plus réelle.

Nous avons emprunté nos méthodes analytiques aux différents manuels d'analyse des Professeurs Baral, Déniges, Fleury, Causse, Dienert et Touplain.

Comme la plupart des sources visitées étaient difficilement accessibles et éloignées de moyens de communication, le volume d'eau prélevé a-t-il été souvent restreint et inférieur à celui exigé par ces livres pour certaines recherches. Et, peu à peu, avons-nous été tenté de faire usage de méthodes nouvelles, très sensibles, cependant non encore appliquées à l'hydrologie. Elles nous permettaient d'opérer sur des quantités beaucoup plus faibles. Le résultat des dosages effectués par nous a été exprimé en milligrammes par litre H^2S et CO^2 en poids et en volume, pour permettre une comparaison plus facile avec d'autres analyses.

A la source, nous avons noté : le captage, généralement, il est difficile de s'en rendre compte exactement, et c'est la lecture de différents documents qui nous l'a indiqué), le débit (indiqué par les statistiques, ou apprécié approximativement, car sa mesure précise exige un long travail et un matériel spécial), la température, la limpidité, l'odeur, la saveur, les dépôts du griffon.

Les produits volatils ou facilement décomposables ont été fixés ou dosés sur place, par exemple CO^2 et H^2S .

CO^2 . — Nous avons déterminé en une seule opération CO^2 libre, demi combiné et combiné (ou CO^2 total) en ajoutant à la source 50 cc. d'eau à 100 cc. environ de réactif au chlorure de baryum ammoniacal. Cette méthode, indiquée notamment par Touplain, a été légèrement modifiée par nous pour les quantités respectives d'eau et de réactif entrant en jeu. Nous avons mis toujours un large excès de réactif par rapport au volume d'eau, de façon que tout CO^2 , dont les eaux peuvent être très riches, se trouve être entièrement transformé en carbonate de baryum.

H^2S . — A été exprimé en H^2S et soufre total, de l'hydrogène sulfuré libre, des sulfures et des hyposulfites, et a été dosé sur place par la méthode classique iodométrique la plus pratique, quoique comportant quelques erreurs. C'est ainsi que les carbonates et les silicates peuvent absorber une petite quantité d'iode. On peut les éliminer auparavant par addition d'un peu d'une solution de chlorure de baryum et filtration.

1 cc. de la solution iode N/10 = 0 gr. 0017 H^2S
= 0 gr. 0016 de soufre

Nous avons remarqué que les réactifs des sulfures ordinairement indiqués, entre autre celui au nitroprussiate, sont peu sensibles. Le meilleur réactif de H^2S est l'odorat, ou encore cette réaction suivante, qui

donne naissance à une belle coloration de violet de thionine.

On ajoute à l'eau à examiner Vg d'HCl et une parcelle de paraphénylene-diamine. On agite et on verse 1 goutte de perchlorure de fer. Une coloration violette se produit, s'il y a des traces de sulfure.

Lorsque l'eau a été reconnue sulfureuse, il ne faudra pas oublier d'éliminer H^2S pour les autres dosages à effectuer. Le plus simple est de l'oxyder par MNO^2K dont on détruit l'excès par de l'eau oxygénée.

Nous avons noté aussi que l'intensité de l'odeur sulfureuse n'est pas en rapport avec la richesse en soufre, mais avec la rapidité avec laquelle la décomposition se produit.

Ensuite, au laboratoire, nous avons recherché, dans l'ordre suivant :

NO⁺ des nitrites.

Par la méthode de Griess. Cependant, comme celle de Tromsdorff, elle n'est pas à l'abri de tout reproche. Les résultats sont plus ou moins faussés par la présence des sulfures, des matières organiques et du sesquioxyde de fer, qui peuvent exister dans les eaux. La méthode de Lombard (*Bulletin de la Société de Chimie*, 4^e série, t. XIII, page 304, année 1913), basée sur la diazotation de l'acide sulfanilique par l'acide nitreux en liqueur acide, et la copulation du phénol obtenu avec ce diazoïque au milieu ammoniacal, ce qui engendre la production d'une belle matière colorante jaune orangé (Tropioline), donne une meilleure sensibilité.

On ajoute à 50 cc d'eau à analyser, 1 cc. du réactif. Après une quart d'heure de contact, on additionne le tout d'un léger excès d'ammoniaque. Après agitation en présence de nitrites, il se forme une coloration jaune, d'autant plus intense que l'ion NO^2 est en plus grande quantité.

ALCALINITÉ. — Après vérification de la réaction de l'eau au tournesol, à la phtaléine et à l'oranger Poirier, on prend directement 100 cc. d'eau. On ajoute 25 cc. SO^4H^2 N/10. On fait bouillir dix minutes. Après refroidissement, on ajoute 3 gouttes de phénolphthaléine et on titre l'excès de SO^4H^2 N/10 par NaOH N/10, jusqu'à coloration rose. Soit N cc. employés.

$(25 - N) =$ Acide décinormal qui a neutralisé l'eau; on multiplie ce résultat par 10 et l'alcalinité est exprimée ainsi, suivant les indications de M. Touplain, en SO^4H^2 N/10 pour mille.

MATIÈRES ORGANIQUES. — Le dosage est effectué par la méthode au permanganate, plus simple et plus sensible que celle de la perte au rouge. Ce procédé n'est cependant sans critique. La quantité de permanganate varie avec les conditions de l'expérience, la température et le temps de l'ébullition ; d'autre part, les différentes matières organiques empruntent pour brûler des quantités d'oxygène variables pour chacune d'elles. Ce dosage n'étant pas d'une exactitude rigoureuse, les résultats n'acquièrent une certaine valeur que s'ils portent sur un grand nombre de chiffres obtenus dans des analyses faites sur la même eau et dans des conditions identiques.

DEGRÉ HYDROTIMÉTRIQUE. — Est donné suivant la méthode classique indiquée avec quelques variantes dans tous les manuels d'hydrologie. Nous rappelons à ce propos que nos essais ont été faits chaque fois sur de l'eau minérale diluée de 4 fois son volume d'eau distillée, à degré hydrotimétrique inférieur à 1, et les résultats multipliés par 4. Ceci permet de donner une précision beaucoup plus grande aux résultats.

NO² DES NITRATES. — A été obtenu par le procédé colorimétrique de Granval et Lajoux. Le dosage n'est exact que si les nitrites sont absentes, sinon, il faut les transformer en nitrates par le permanganate. Les chlorures, bromures, iodures sont encore des causes d'erreur ; la coloration serait d'autre part variable avec la température et la concentration. Si l'eau est sulfureuse, il faut la désulfurer. Si l'eau est trop chargée en chlorures, on additionne la solution étalon d'une quantité égale de chlorures, pour éviter les erreurs.

On évapore au B. M., dans une petite capsule de porcelaine, 10 cc. de la solution titrée de nitrate suivante :

Nitrate de K. pur, 7 gr. 214.

Eau distillée : 1.000 cc.

dont 1 cc. = 0 gr. 001 d'azote nitrique.

On traite le résidu par une dizaine de gouttes de réactif sulfo-phéniquée de Granval-Lajoux, en ayant soin d'humecter toute la paroi. On reprend par un petit peu d'eau et on additionne de 2 cc. environ d'ammoniaque pour saturer. Il se produit une coloration jaune

de picramate d'ammoniaque. On ramène au volume de 50 cc.. Cet étalon obtenu aura la coloration d'une solution contenant 0 gr. 010 d'azote nitrique pour 50 cc., c'est-à-dire correspondant à 0,0002 d'azote nitrique pour 1 cc.

On opère de même avec l'eau à examiner. On ramène aussi le volume à 50 cc. dans un petit flacon. Dans un petit flacon de même volume, rempli d'eau pure ordinaire, et placé à côté, on fera tomber gouttes à gouttes la solution colorée étalon contenue dans une burette graduée, jusqu'à égalité de teinte. Ce procédé simple nous a donné de meilleurs résultats qu'en opérant avec le colorimètre de Dubosq ou une échelle colorimétrique.

On transforme ensuite N nitrique en ion NO^3 , en multipliant son chiffre par 4,44.

CL. — Si l'eau est sulfureuse, on évapore à sec avec NO^3H et on reprend par de l'eau distillée. Si l'eau est bicarbonatée, on la fait bouillir pour chasser CO^2 ; si l'eau est alcaline, on ajoute un peu d'acide acétique. Il faut opérer toujours sur de l'eau rigoureusement neutre.

Nous avons employé la solution suivante :

Solution déci-normale d'argent	281 cc., 7
Eau distillée qsp.	1.000 cc.
1 cc. = 0 gr. 001 ion Cl.	

On prend 100 cc. d'eau, plus 1 cc. environ de solution de chromate jaune 1/10 et on ajoute la solution titrée argentique jusqu'à teinte passant du jaune

au rouge brique faible. (Il est bon d'opérer avec une capsule témoin contenant dans un peu d'eau un même nombre de gouttes de chromate ; le changement de teinte devient immédiatement sensible à l'œil.)

SO'. — Il exige un dosage spécial et différentiel, si l'eau contient ou a contenu des composés sulfures.

200 cc. d'eau sont additionnées de 10 cc. de solut. de chlorhydrate d'ammoniaque et de 2 cc. d'HCl. On chauffe, pour maintenir une ébullition prolongée, et on fait tomber gouttes à gouttes la solution de chlorure de baryum, jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de précipité. Lorsque la précipitation est terminée, le précipité est lavé, desséché avec le filtre, à l'étuve, après quoi, on le détache soigneusement avec un petit pinceau, sur une feuille de papier noir, et on le pèse.

$$P \times 0,3433 \times 10 = \text{SO' anhydre } 0,00.$$

POH. — On évapore 200 cc. d'eau jusqu'à réduction à 5 cc. environ, que l'on introduit dans un grand tube à essai. On verse alors un grand excès de réactif nitromolybdique. On chauffe vers 40°. S'il se produit un précipité, ou tout au moins une coloration jaune : présence de phosphates. Les chlorures en excès gênent cette réaction.

SIO'. — Ce dosage est effectué habituellement sur le résidu sec, qui, après diverses reprises par HCl et l'eau bouillante, est traité par de l'acide fluorhydrique qui entraîne la silice à l'état de fluorure de silicium volatil. Les différences de poids de la cap-

sule de platine dans laquelle on doit opérer correspond à la silice exprimée en SiO_2 . Il reste le plus souvent un très minime résidu que les méthodes ultrasensibles de la spectrochimie ont montré être de l'acide titanique et divers métaux rares. Mais c'est un procédé qui a le défaut, pour être exact, de nécessiter l'évaporation d'une grande quantité d'eau. Aussi avons-nous employé un dosage colorimétrique plus rapide, indiqué par MM. Diénert et Wandenbulecke (*C. R. Ac Sc.*, 22 mai 1923, p. 1478). On combine la solution de silice ou de silicate en milieu acide avec une solution de molybdate d'ammoniaque. La coloration jaune intense, due à l'acide silicomolybdique formé est d'autant plus intense que la quantité de silice est plus grande. Il suffit de comparer l'eau à analyser avec la teinte obtenue par une solution titrée de silicate de soude traitée comme il a été indiqué. Comme le molybdate d'ammoniaque n'attaque pas la silice colloïdale, il suffit de faire bouillir l'eau auparavant avec une petite pincée de bicarbonate de soude, et après neutralisation par SO_4H^2 normal, et, opérant comme devant, on obtient ainsi toute la silice contenue dans la solution.

BROME ET IODE. — La nouvelle technique de recherche de Denigès et Chelle, citée par Touplain, nous a semblé celle d'un emploi le plus pratique. Si l'eau est sulfurée ou chargée de matières organiques, il faut les détruire, pour obtenir un bon résultat. On évapore 1 à 2 litres dans une capsule et on ajoute $1/5$ environ du poids de l'extrait sec de magnésie calcinée légère.

On calcine jusqu'au rouge sombre, jusqu'au moment où le résidu est absolument blanc, et tout en évitant de remuer la masse, afin de conserver sa porosité. On ajoute un peu d'eau, on y délaye le précipité et le tout est neutralisé par SO_4H^2 1/4 goutte à goutte. On filtre et le filtrat est traité comme suit:

A une partie, on ajoute 1 cc. SO_4H^2 normal et 0 cc. 3 d'une solution de nitrite de soude à 5 %. On laisse le mélange 10 minutes en repos ; on ajoute 10 cc. de chloroforme pur (sans alcool) et on agite au moins une minute.

On laisse reposer le liquide en plaçant l'éprouvette dans un courant d'eau froide ; en présence de traces d'iode, le chloroforme sera coloré en violet.

Pour le brome, on ajoute à l'autre partie 8 gouttes de HCl , 8 gouttes de solution de chromate de K 1/10 et 2 cc. de SO_4H^2 pur.

Après mélange, on plonge le tube dans l'eau froide et après 15 minutes, on ajoute 1 cc. de fuschine décolorée, et 2 cc. de chloroforme pur sans alcool (lavé à l'eau). On agite au moins une minute. Le chloroforme se déposera coloré en rose par la bromorosaniline formée si la réaction est positive.

Ces résultats peuvent donner lieu à des dosages colorimétriques en opérant avec des solutions titrées.

RÉSIDU SEC. — On évapore au B. M., dans une capsule de platine tarée, 250 à 500 cc. d'eau. Après évaporation totale, en évitant les projections, on place la capsule pendant 1 heure à l'étuve à 180° . On laisse refroidir dans un exsiccateur et on pèse. (Toujours

opérer par double pesée et en remarquant que deux pesées à une heure de distance doivent donner le même poids.)

Le résidu sec est repris par de l'eau tiède et HCl. Ce liquide contient le fer, les bases alcalino-terreuses et les alcalis. On le complète à 500 cc.

FER. — Il est généralement précipité avec l'alumine par l'ammoniaque, en présence du chlorure d'ammonium. Ce procédé classique devient délicat à employer lorsque l'eau est pauvre en fer et quand on ne dispose que d'un faible volume ; il exige de plus la séparation des deux oxydes obtenus ; d'autre part, le précipité d'oxydes peut, dans certaines conditions, entraîner une petite quantité de chaux et de magnésie.

On a l'habitude de diviser les eaux ferrugineuses en trois classes : crénatées, bicarbonatées et sulfatées. Cette division semble erronée, pour les eaux crénatées, qui seraient plutôt des eaux bicarbonatées ferrugineuses ayant laissé partir une partie de leur CO_2 et précipiter leur fer qui, trouvant de l'acide humique ou crénique, s'y seraient combinés. Nous avons remarqué que le métal en combinaison organique devenait peu sensible à ses réactifs spécifiques, qu'il devenait ce qu'on appelle du fer occlus, et qu'il était utile d'effectuer la destruction de la matière organique pour avoir de bonnes réactions colorées. C'est pourquoi nous avons employé le chlorate de K et HCl, qui a le double avantage de détruire la matière organique, et de produire la peroxydation.

On chauffe jusqu'à disparition complète des derniè-

res vapeurs de chlore. On ramène la liqueur refroidie à une faible acidité. On ajoute 0,10 environ de salicylate de Na, qui donne une coloration violette intense, avec des traces de sel ferrique. On verse 10 gouttes de solution de sulfate de cuivre 1/10, qui permet d'opérer à froid et de mieux noter la fin de la réaction. On laisse ensuite tomber la solution d'hyposulfite de Na N/100 jusqu'au remplacement de la teinte violette du salicylate ferrique par la teinte bleue du sulfate de cuivre.

1 cc. d'hyposulfite de Na N/100 correspond à 0 gr. 00056 de fer. C'est le procédé Bruel, cité par Crolas et Moreau.

CA ET MG. — Ont été dosés, l'un à l'état d'oxalate de chaux et par le permanganate; l'autre à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien transformé en pyrophosphate et pesé.

K ET NA. — Peuvent être cherchés dans le restant de la liqueur dont on a éliminé tous les corps précédents; mais alors il faut avoir eu soin de précipiter le magnésie par du phosphate d'ammoniaque et non par du phosphate de soude, qui se retrouverait. Ceci entraîne ensuite l'élimination, après calcination, de l'acide phosphorique par le S. acétate de plomb, et du plomb restant par H²S. Ces opérations ne seraient pas très longues, mais il est encore à craindre que l'un de tous les nombreux réactifs ajoutés auparavant ne contienne un peu de traces de Na ou de K.

On préfère agir sur une nouvelle partie de l'eau

à analyser. On additionne 200 cc. d'eau d'un peu de SO^4H^2 et on réduit à sec, par évaporation, pour insolubiliser la silice. On reprend par un peu d'eau bouillante aiguisée de SO^4H^2 . On filtre.

On ajoute à chaud au filtrat une solution saturée d'eau de baryte pure, ce qui précipite : la magnésie, l'acide phosphorique, l'acide sulfurique et les oxydes métalliques, à l'exception des alcalins et alcalino-terreux. On filtre, et après s'être assuré que le filtrat ne se précipite plus par l'eau de baryte, et après plusieurs lavages, on verse à nouveau dans ce filtrat cette fois une solution de carbonate d'ammoniaque, qui enlève le strontium, le calcium et l'excès de baryum. On filtre à nouveau, on lave, et la liqueur recueillie ne doit plus précipiter par le carbonate d'ammoniaque.

Ce filtrat est réduit à sec à 100° . On le calcine, pour volatiliser les sels ammoniacaux. On reprend par l'eau bouillante, on filtre, pour séparer le charbon, s'il y en a. Cette liqueur est reçue dans une capsule tarée. Après avoir ajouté HCl , on évapore à sec, à 110° , et on pèse. On obtient le poids des chlorures de K et Na. La séparation des deux métaux se faisait autrefois en précipitant le K à l'état de chloroplatinate de potasse, mais le prix de revient du platine a rendu l'emploi de ce réactif prohibitif pour les laboratoires. Il a fallu recourir à d'autres procédés, entre autres à celui de l'azotite cobaltico-potassique, que nous a indiqué M. Barral, ou à celui de l'hyposulfite double de bismuth et de potasse, titré ensuite par une solution d'iode, suivant la méthode de Carnot. Nous avons eu la curiosité de les essayer dans ce cas. Les résultats

obtenus furent en partie satisfaisants, mais insuffisamment sensibles pour de faibles quantités de potasse, comme on en trouve généralement dans les eaux, surtout si on opère sur un petit volume.

Ayant retrouvé une méthode de dosage du sodium à l'état d'acétate triple de magnésie, d'urane et de soude, publiée par M. Blanchetière (*Bull. Soc. Chim.*, t. XXXIII, p. 807, 1923), dans le but de déterminer le taux du sodium dans de petits volumes de sang, nous avons fait quelques essais pour tenter de l'employer au dosage direct du sodium dans les eaux naturelles ou minérales. On éviterait ainsi les inconvénients du dosage du Na et K par reste ; et, d'autre part, suppression de l'élimination délicate de tous les autres métaux par la baryte et le carbonate d'ammoniaque, des évaporations et des pesées multiples, de l'addition de grandes quantités de réactif et de la difficulté de se rendre compte s'il y en a assez ou trop ; d'autre part, suppression de l'eau de baryte, souvent impure, et suppression enfin des multiples et laborieux lavages indispensables de chacun des précipités. Nos essais, effectués avec une solution titrée de bromure de sodium, nous ont donné des résultats erronés. Peut-être à cause des impuretés des réactifs, ou plutôt, comme nous l'a fait remarquer M. le Professeur Barral, à cause de la solubilité partielle du précipité cristallin.

CHAPITRE III

RÉGION du BAS-DAUPHINÉ

Source de Crémieu

Cette source minérale, nommée « Source de Ry », est citée, dans l'*Histoire du Dauphiné* de Chorier, dans les descriptions géologiques départementales de Gueymard, et dans la *Géographie Joanne*. Cependant, elle est actuellement peu connue, même par les habitants du pays. Elle se trouve sur le territoire de la commune de Siccieu-Saint-Julien, dans la région des balmes de Crémieu, et à environ 4 kilomètres de cette dernière ville. Son émergence se fait en-dessous du réservoir de l'étang de Ry, dans une magnifique propriété de l'ancienne maison de La Poipe de Saint-Julien. Sommairement captée, elle vient s'accumuler dans un petit bassin recouvert et fermé donnant juste sur le petit ruisseau qui s'écoule de l'étang.

Notre prélèvement nous a donné les résultats suivants :

Température, 15° ; débit approximatif, 15 litres à la minute ; oxygène dissous, 5 ; extrait sec, 410 ; matières organiques, 7,2 ; degré hydrométrique, 21 ; CO², 223 milligr. 5, ou 117 cc.. 5.

CATHIONS		ANIONS	
SO ⁴	traces	Ca....	80,82
NO ³	traces	Mg...	2,10
NO ³	néant	Na....	66,90
Cl	7	K....	traces

Ce qui indique une eau bicarbonatée ferrugineuse, faiblement minéralisée et certainement en relation avec les calcaires ferrugineux du terrain bajocien de la région.

REGION des CHAINES MOYENNES

Source de Tullins-Fures

Une source à faible odeur sulfureuse vient émerger au pied du coteau qui borde la route de Fures à Moirans ; elle se répand dans une excavation de 60 mètres carrés environ. A côté, il y a une maison et un baraquement de planche, qui servait d'établissement de bain. Il reste encore une chaudière et une pompe élévatoire. Cependant, malgré la vogue que semble avoir eu cette source, il y a une cinquantaine d'années, aucun travail de captage sérieux n'a jamais été fait. Or, comme deux sources d'eau douce viennent sourdre tout près de là, il doit certainement y avoir mélange en plus ou moins grande proportion, avant la venue au jour de la source minérale.

Les rapports de M. Bonjean, pharmacien à Chambéry, membre de l'Académie impériale de Savoie, nous indiquent, en 1864, que cette eau serait alcaline, sulfureuse et minéralisée par le bicarbonate de soude, comme Vichy et nous font remarquer déjà que la source rejette de temps en temps des fragments de bois plus ou moins pourris, ce qui semble indiquer

une tourbière, en dessous du sol. Mais nous n'y trouvons pas d'analyse.

Résultats personnels :

Température, 17° ; débit approximatif, 15 litres ; pas d'odeur sulfureuse ; réaction neutre au tournesol ; extrait sec, 110 ; degré hydrométrique total, 19° ; CO₂ total, 297, ou 156 cc. 8.

Ion Cl: 002.

Cl en NaCl : 003,9.

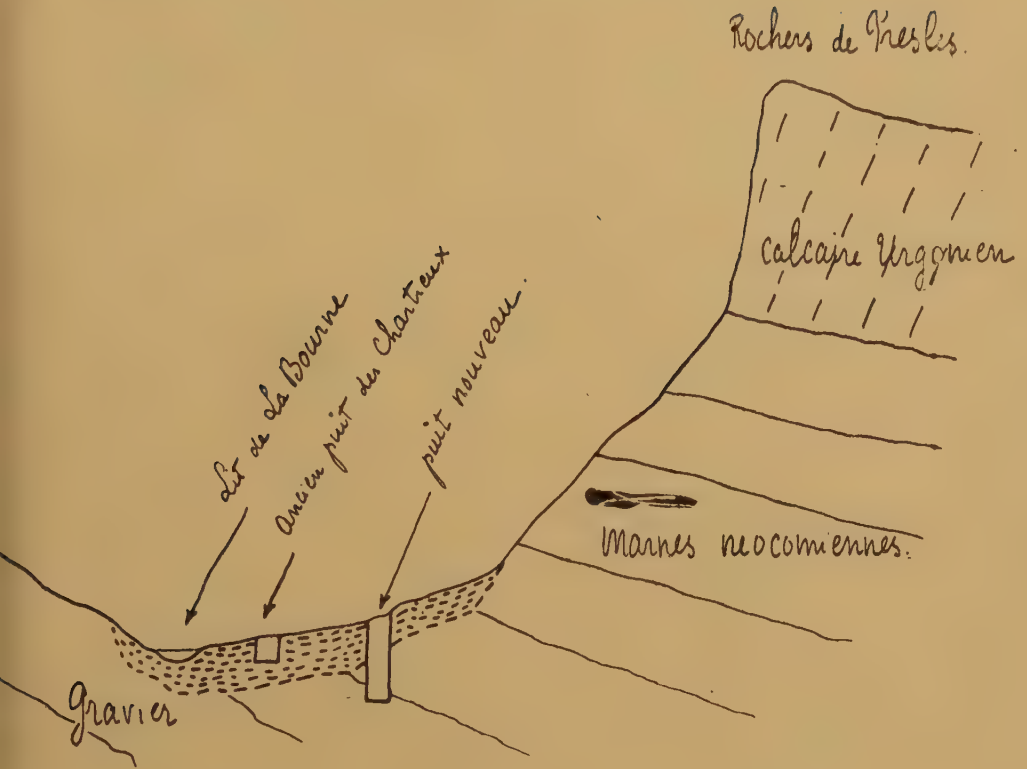
Alcalinité : 42 cc. SO₄H²N/10 0/00.

Donc, eau alcaline froide, légèrement gazeuse, faiblement minéralisée. Elle sort d'alluvions anciennes à galets, où elle doit rencontrer des lits de bois fossile en voie de carbonisation, au contact desquels elle se charge d'un peu d'acide carbonique. Elle mérite à peine le nom d'eau minérale.

Choranche

La petite station balnéaire de Choranche est située dans le massif du Vercors, sur les bords de la Bourne, entre le village de Choranche et Pont-en-Royans.

Ce sont des eaux fort anciennement connues dans la vieille province du Royannais, et quelques fouilles faites depuis une trentaine d'années amenèrent la découverte d'une sorte de piscine en béton, dans laquelle on a cru reconnaître des bains romains. En 1144, elles sont données, par une chartre d'Artaud,



coupe géologique de la vallée de La Bourne à la hauteur
de Choranche d'après Monsieur Rougier ingénieur.

évêque de Grenoble, au monastère des Chartreux, qui en font l'exploitation jusqu'en 1793, d'où le nom de Source des Chartreux qui leur est resté. Ensuite, elles passent dans les mains de divers propriétaires, entre autre une première société se forme et fait procéder à d'importants travaux de captage, dont l'entière réussite augmente considérablement le volume de la source primitive.

Voici ce que nous apprend le rapport de M. Rougier, ingénieur hydrologue, qui dirigea ces travaux : L'eau minérale arriverait à la surface du sol après avoir traversé une couche d'alluvions, dans laquelle circulait une nappe d'eau douce. Les fouilles pour la capter mirent à découvert une couche de terre végétale, une couche d'alluvions et enfin du rocher néocornien. La couche d'eau fut rencontrée à 2 m. 93 de profondeur et a persisté jusqu'au premier banc de marne ; puis, ce banc ayant été enlevé, la roche fut attaquée à 8 m. 75 de profondeur, ce qui permit d'y enrocher un mur étanche en ciment et de capter le principal griffon de l'eau minérale. (Ceux-ci sont au nombre de quatre sur le coin de cette roche.)

Le débit de ces quatre griffons est de 50 litres à la minute, et il a été établi à la source un puits de réserve de 30 mètres cubes environ.

La température de l'eau est de 12°.

C'est une eau sulfureuse froide, faisant partie du groupe des sources sulfureuses issues des calcaires jurassiques. Elle sort des marnes et marno-calcaires bleuâtres, riches en pyrite, du crétacé inférieur, dans lesquels est creusée la vallée de la Bourne.

Une analyse de Guemard, en 1844, donne :

Carbonate de chaux	0,135
Chlorure de sodium	0,109
Sulfate de chaux	0,115
Sulfate de magnésie	0,007
Substances terreuses	0,100
Total	0,276

— Autre analyse (1891) faite par MM. Chatain et Meslier, au nom de l'Académie de Médecine, et donnant suite à un avis favorable pour l'autorisation d'exploitation et la vente des eaux minérales iodées de Choranche :

Sulfure de sodium.....	0,0500
Iode	0,0005
Sulfate de chaux.....	0,0680
Sulfate de magnésie.....	0,0945
Chlorure de magnésie.....	0,1330
Chlorure de potassium.....	0,0193
Chlorure de sodium.....	0,1033
Silice	0,0240
Total	0,4926 0/00

— Recherches personnelles :

Eau à odeur sulfureuse — Aspect opalescent —
Saveur légèrement amère et saline.

H²S. Odeur disparaissant au bout de quelques jours.

Dosage : 2 millig. 0/00.

Degré hydrotimétrique total : 12°. Extrait sec : 042.
Alcalinité : 86cc SO³H'N/10 0 00.

NO ³ : très faibles traces	Mg : 052
NO ³ : néant	Ca : 036
SiO ² : 000,25	K : très faible
Cl : 024,70	Na : 020
Iode : 005	Fer : 001

L'Echaillon de Veurey

Cette source jaillissait au pied de la falaise abrupte et calcaire qui se dresse en éperon au nord du massif du Vercors, à l'entrée de la faille de Voreppe, et qui est désignée sous le nom de Bec de l'Echaillon. Une analyse de Lory, en 1839 indiquait :

Chlorure de sodium.....	0,370
Sulfate de sodium.....	0,087
Carbonate de chaux.....	0,085
Carbonate de magnésie.....	0,048
Sulfate de chaux.....	0,047
Sulfate de magnésie.....	0,045
Argile	0,030
Total	0,725

CO² : 4 cc.

H²S : 6 à 7 cc.

et remarquait qu'elle se mêlait déjà avec les eaux douces.

Elle fut autorisée par arrêté ministériel en 1853. M. Bernard Etienne y fonda un petit établissement de bains en 1874, après avoir fait une captation par un puisard peu profond, qui la sépare des eaux de l'Isère, par lesquelles souvent elle était inondée.

Analyse de Ossian Henry :

Azote, avec un peu d'oxygène.....	indosé
CO ²	0,142
H ² S	0,065
Sulfate de soude, chaux, magnésie.....	0,118
Bicar. chaux	0,261
Bicar. magnésie	0,261
Chlorure de sodium.....	} 0,337
Chlorure de K.....	
Chlorure de Mg.....	
Iodures	} indiqué
Bromures	
Acide silicique	} 0,033
Alumine	
Phosphates, sulfures et hyposulfites, calcaires, fer et manganèse (sulfurés), matières organiques	0,019
Total	0,808

Analyse du Docteur Niepce :

CO ²	0,021
H ² S	0,0051
Azote	0,0080
Carbonate de chaux.....	0,095
Carbonate de mg.....	0,058
Sulfate de Na.....	0,097
Sulfate de Ca.....	0,047
Sulfate de Mg.....	0,045
NaCl	0,370
Chlorures de Ca.....	0,013
Chlorures de Mg.....	traces
Total	0,725

La température indiquée était de 24°, puis de 19°.
Le débit de 45 litres à la minute.

Ces eaux étaient donc sulfureuses pour certains auteurs, chlorurées calciques tièdes, pour d'autres. Elles sourdent des marno-calcaires du néoconnien inférieur (couches à Ostrea Coulomi de l'Echaillon-les-Bains), qui doivent leur teinte bleuâtre à du sulfure de fer. Les analyses montrent toutes une notable proportion de chlorures.

Nous avons visité la galerie souterraine amenant l'eau à l'établissement, à ce moment la source presque tarie donnait de façon insignifiante, et un prélèvement ne fut pas possible.

On nous a indiqué qu'un puits foré non loin de là pour l'usage domestique, a mis à découvert une eau très chargée en magnésie.

Noyarey

Il existe au petit village de Noyarey, près de Sasse-
nage, une source sulfureuse à laquelle une analyse
de M. Lory, faite en 1870, donne la composition sui-
vante :

H ² S	petite quantité
Bicarbonate de Na.....	0,041
Carbonate de Ca.....	0,141
Carbonate de Mg.....	0,022
Sulfate de Mg.....	0,004
Sulfate de Na.....	0,024
Phosphate de Ca.....	0,002
Silice	0,006
NaCl et Iodures.....	0,077
Matières organiques	0,001
Total	0,308

Elle naît au pied du coteau de Noyarey, au lieu dit
« Cordey », à travers un tas d'éboulis, et, en même
temps, que le petit ruisseau de Ruisey, auquel elle
se mélange. Dans ces conditions, il est difficile de
voir l'emplacement exact du griffon et même de
recueillir de l'eau. Un tunnel horizontal fut creusé
autrefois dans le coteau pour essayer de couper plus
loin la veine liquide, mais on ne trouva rien, et cela

n'a rien d'étonnant, cette source paraissant provenir du sol en profondeur.

Recherches personnelles :

Température : 14°.

H²S : 003. 0/00.

CO² : 186 0/00 ou 98 cc.

Extrait sec : 108 0/00.

Alcalinité : 62 cc. SO⁴H²N/10 0/00.

Degré hydrotimérique : 20.

Ion Cl : 021 0/00.

C'est encore une eau sulfureuse analogue à celle de l'Echaillon toute proche. Sa minéralisation lui viendrait des calcaires jurassiques et crétacés et sans doute des pyrites disséminés dans ces assises. Elle fut employée longtemps comme purgative par les gens du pays.

Corenc

Au-dessus de Grenoble, sur les flancs du Rachais, ce petit village qui borde la route du col de Porte, possède une source chlorurée, sulfureuse, carbonatée. C'est probablement celle dite du Bachet dont parlent les anciens auteurs. Elle jaillit d'un mamelon calcaire sous forme de plusieurs petits filets, le débit en est très faible.

Analyse de Gueymard :

H ² S	0,08
Carbonate de chaux.....	0,025
Carbonate de Mg.....	0,029
Sulfure de Na.....	0,004
Carbonate de Na.....	0,600
Sulfate de Na.....	0,105
NaCl	0,175
Bisulfure de Na.....	0,010
Sulphhydrate	0,034
Total	0,984

Analyse de Niepce :

CO ²	49 cc.
H ² S	15 cc. 25
Carbonate de chaux.....	0,060
Carbonate de Mg.....	0,085
Carbonate de fer.....	»
Sulfate de Na.....	0,125
Sulfate de Ca.....	0,027
Sulfate de Mg.....	0,035
NaCl	1,420
Carbonate de chaux.....	0,053
Carbonate de Mg.....	»
Iode	traces
Glairine	traces
Total	1,805

Ce sont des eaux chloro-sulfatées froides 15° paraissant en relation avec les terrains triasiques du bord de la chaîne de Belledune, qui ont leur continuation en profondeur sous le massif de la Grande Chartreuse. Elles ne sont pas exploitées.

Bouqueron

Favorisé par sa situation élevée dans les environs immédiats de Grenoble, Bouqueron possède un important établissement de bains ouvert en 1873 et alimenté par quatre sources à gros débit qui descendent du Rachais. Ces sources diverses sont peu minéralisées et présentent des caractères de bicarbonatées sodiques faibles.

Analyse de Gueymard en 1876 :

Bicarbonate de chaux.....	0,220
Bicarbonate de Mg.....	0,005
Bicarbonate de Na.....	0,020
Bicarbonate de K.....	0,050
Phosphate de chaux.....	0,002
Chlorures alcalins	0,001
Silice	0,005
Total	0,256

La température à la source est de 8° à 9°.

Ces quatre sources sont :

Sources de Chantemerle et source de Vieille-Sauvage : sourdent au pied du Rachais à 1.500 mètres de l'établissement où elles arrivent par une canalisation. Leur minéralisation est semblable à l'eau d'Evian.

Source de La Belley : eau bicarbonatée, calcaire, 0 gr. 24 de résidu 0/00.

Source de la Fontaine-Galante : peu minéralisée, surtout siliceuse, très pure.

Le débit total atteint le chiffre de 1.400 litres environ à la minute. Elles sont employées soit pour l'alimentation en eau de Corenc et de La Tronche, soit pour les usages hydrothérapiques de l'établissement de bains de Bouqueron. Elles méritent en somme à peine le terme de minérales.

L'Abbaye-les-Bains

L'Abbaye-les-Bains, dans le faubourg sud de Grenoble, du côté d'Eybens, possède deux puits forés de 8 à 10 mètres de profondeur. De l'un de ces puits jaillit une eau prise en boisson, de l'autre en bains.

Cette eau froide tire sa faible minéralisation des alluvions de la plaine de Grenoble. Une analyse de M. Lory en 1872 indiquait :

H'S	0,003
NaCl	0,015
Sulfate de Mg.....	0,070
Sulfate de Ca.....	0,014
Sulfure de Ca.....	0,006
Carbonate de Ca.....	0,115
Carbonate de Mg.....	0,050
Silice	0,070
Total	0,335

Elle n'est ni autorisée, ni exploitée, et d'ailleurs tombée dans l'oubli.

Ile Verte

Lors des basses eaux de l'Isère, on voit sourdre dans son lit, sur la rive gauche, à la base du quai qui borde l'île Verte, plusieurs filets d'eau laissant sur les graviers un léger dépôt ferrugineux. Ceci paraît être l'affleurement d'une nappe aquifère qui s'étendrait sous toute la plaine de Grenoble, à 8 à 10 mètres de profondeur, et dont l'existence serait démontrée par le forage de divers puits qui ont mis à jour des eaux alcalines et ferrugineuses. Il n'en fallait pas plus pour provoquer en 1871 une demande d'exploitation de la part de M. Bargelot Médard, maître rhabilleur de la ville, qui croyait voir là une source de

fortune. Cependant, une enquête plus sérieuse reconnut cette eau comme trop faiblement minéralisée, et sans aucune qualité médicale, malgré la présence du fer accidentelle.

La Terrasse

Depuis longtemps, on avait remarqué au mas des Combettes, près de La Terrasse, une source à forte odeur sulfureuse et les habitants du pays s'en servaient pour guérir diverses maladies. La famille Guillet, à qui elle appartenait, vers l'année 1872, fit exécuter des travaux de captage assez importants, et construire un petit établissement de bains avec une chaudière pour chauffer l'eau, sur les indications du Docteur Ricci. Cet établissement fit quelque bruit à cette époque, et les affiches que le propriétaire faisait placarder dans Grenoble et sa région revendiquait cette eau comme un excellent remède pour les affections de la peau et les plaies chroniques.

L'autorisation avait été accordée en 1875, après avis de l'Académie de Médecine et la source fut appelée : « Source Guillet ».

Ces eaux étaient sulfurées, froides (13°), légèrement alcalines et salines. Elles sortaient d'une fissure de calcaires marneux de l'oxfordien supérieur, au pied de la falaise calcaire subalpine du massif de la Grande Chartreuse, il est probable qu'elles se miné-

ralisaient dans un long circuit hydro-minéral dans le trias qui recouvre les flancs de la chaîne de Belledone.

Les travaux de captage ayant été inachevés et détériorés ensuite, elles sont depuis peu complètement taries.

Domène

Découverte depuis 1850 seulement, cette source sort au-dessous du village de Domène, d'un sol marécageux, et avec un faible débit. La température trouvée par le Docteur Niepce était de 46° et les résultats de l'analyse qu'il en fit en 1894 sont :

H ² S	11 cc. 7
CO ²	27 cc.
Carbonate de Ca.....	0.113
Carbonate de Mg	0,007
Sulfate de Na.....	0,039
Sulfate de Ca.....	0,007
Sulfate de Mg.....	1,145
NaCl	3,419
Chlorure de Ca.....	0,008
Chlorure de Mg.....	0,002
Bromures	traces.
Matières organiques et glairine	traces
Total	4,740

Ce sont des eaux chloro-sulfatées, sulfurées accidentelles, surtout intéressantes par leur thermalité 26°. On n'en possède que fort peu de renseignements, mais elles tiennent certainement leur minéralisation des dépôts triasiques de la bordure ouest de la zone cristalline anticlinale de Belledune, que leurs eaux ont dû traverser avant de remonter par une fissure du calcaire du lias.

Nous n'avons pu découvrir le griffon de cette source qui, située au hameau des Mortes, près de Domène, doit se perdre dans le marais et n'a jamais été recherchée.

REGION des HAUTES CHAINES

La Boutière

Ces sources chloro-sulfatées, sulfurées, de La Boutière, affluent au nord-est de Laval (canton de Domène), et toujours sur le versant occidental de la zone cristalline dauphinoise. De même que beaucoup des sources analogues, elles sont encore minéralisées par le tritas et suivant l'aboutissement des réactions déjà signalées.

La température est de 21°7. Une analyse de Niepce donne :

H ₂ S	8 cc. 3
Co	25 cc.
Carbonate de Ca.....	0.028
Carbonate de Mg.....	0.009
Sulfate de Na.....	1.048
Sulfate de Mg.....	1.127
NaCl	0.330
Chlorure de Ca.....	0.030
Chlorure de Mg.....	0.007
Iode	traces
Silice	0.013
Glaissine	traces
Total	2.613

Mélangée à un ruisseau, l'eau dégage maintenant une faible odeur sulfureuse, mais il n'est plus possible de trouver le griffon qui a été perdu.

Plusieurs sources minérales longent la vallée de la Bréda, elles peuvent se rassembler en un groupe que l'on pourrait appeler : sources de la région d'Allevard. On trouve successivement en descendant le cours de cette rivière :

La Ferrière

Le petit bourg de La Ferrière est à 900 mètres d'altitude, à 11 kilomètres d'Allevard, sur la route du Sept-Laux. Il possède des eaux chloro-sulfatées magnésiennes, chaudes (25°).

Une analyse déjà ancienne donne la composition suivante :

H ² S	20 cc.
Co ²	62 cc.
Carbonate de Ca.....	0,037
Carbonate de Mg	0,009
Carbonate de fer	0,002
NaCl	0,513
Chlorure de Ca.....	0,034
Chlorure de Mg.....	0,003
Sulfate de Ca.....	0,017

Sulfate de Na.....	0,038
Sulfate de Mg.....	0,149
Bromures	traces
Iodures	0,007
Total	0,809

La Sala

Ce sont des eaux chlorurées, sulfatées, sodiques, légèrement sulfureuses, qui viennent sortir à 1.500 mètres d'altitude au-dessus du petit village de La Chapelle-du-Bard, non loin d'Allevard, dans la vallée de la Bréda. Elles émergent encore d'une assise liasique, mais tirent leurs éléments principaux du trias sous-jacent. Du type fréquemment rencontré dans le département, une analyse de Niepce leur assigne la composition suivante :

H ² S	3 cc. 1
Co ²	traces
Carbonate de Ca.....	0,122
Carbonate de Mg.....	0,007
NaCl	3,107
Chlorure de Ca.....	0,003
Chlorure de Mg	traces
Sulfate de Ca.....	0,005
Sulfate de Mg.....	0,128
Bromures	traces
Total	3,372

Allevard

On a longtemps ignoré la source sulfureuse qui s'écoulait à Allevard, sur les bords de la Bréda, sans exciter outre mesure l'intérêt des habitants du pays. On la désignait communément par le nom « d'eau noire », probablement à cause du dépôt de boue minérale noirâtre qu'elle déposait en arrivant à l'air. Quelques malades de la région avaient essayé l'eau noire et l'on citait des guérisons inespérées, mais ceci n'eut pas un grand retentissement. Ce ne fut qu'après la renommée et la fortune grandissante de l'établissement voisin d'Uriage que les habitants d'Allevard commencèrent à ouvrir les yeux sur les avantages qu'ils pourraient retirer de ces eaux. Le propriétaire d'alors, M. Villiot, se mit à faire des travaux de captage. Il fit ouvrir une tranchée et creuser une galerie destinée à récolter l'eau, et établit aussi des cabines et une chaudière pour le chauffage. Aussitôt, l'affluence des malades devint très grande et c'est alors que MM. Dorel et Rivoire formèrent une société. Ils achetèrent la source en 1837 pour y fonder un vaste établissement thermal. Il fut procédé à de grands travaux d'aménagement, des analyses furent faites par Breton et Gueymard, et une notice rédigée par le Docteur Chataing. Actuellement, l'établissement proprement dit est un bâtiment grandiose, magnifiquement aménagé, qui appartient à la Société des Eaux minérales et Bains de mer.

La source se trouve à l'extrémité sud-est d'Allevard, dans un point bas, à l'entrée des gorges de la Bréda, et tout près de ce torrent. L'eau, qui a dû traverser les terrains liasiques du sous-sol, affleure par une fissure des calcaires noirs du lias à bélémnites, riche en matières bitumeuses. C'est là que doit se faire la réduction des sulfates du trias, et se constituer une grande partie de la minéralisation définitive. Sur ce griffon, elle est captée par un puits d'où un système de pompe l'amène à l'établissement, à 300 mètres de là. Le trop plein du puits s'échappe par l'ancienne galerie et tombe dans la Bréda. Tous ces travaux ont été faits dans les calcaires noirs schisteux liasiques qui recouvrent le sol immédiat de cette région.

L'eau d'Allevard rentre dans la catégorie des sulfurées calciques, froides. En réalité, elle doit être un mélange d'eaux sulfurées sodiques, profondes, avec des eaux d'infiltrations superficielles et calciques. Elle est gazeuse par la présence d'hydrogène sulfuré et d'acide carbonique libre : c'est une eau sulfhydrique. Une forte odeur sulfureuse dite hépatique se dégage surtout par agitation. A la source, elle est trouble et blanchâtre par suite des bulles d'acide carbonique, mais peu à peu, le dégagement gazeux cessant, elle reprend toute sa transparence et laisse alors déposer un dépôt de soufre très divisé. En sortant du robinet, sa réaction est légèrement acide, puis elle devient alcaline. Sa saveur est fraîche, légèrement salée, sa température à peu près constante est de 16°9 et le débit moyen à la minute atteint 150 litres.

Une des plus vieilles analyses fut faite par Dupasquier, médecin de l'Hôtel-Dieu de Lyon, en 1850, avec les résultats suivants :

H ² S libre	24 cc.
Co ² libre	97 cc.
Azote	41 cc.
Carbonate de chaux	0,305
Carbonate de Mg	0,010
NaCl	0,503
Chlorure de Mg	0,061
Sulfate de Ca	0,298
Sulfate de Mg	0,523
Sulfate de Na	0,535
Acide silicique	0,005
Iode	0,006

Une étude plus récente est due à M. Lestra, pharmacien à Allevard (thèse sur les eaux d'Allevard présentée à Lyon en 1921).

En plus de nombreux dosages d'hydrogène sulfuré au griffon, en bouteille et dans l'air lui-même des salles d'inhalation, nous y trouvons le dosage des éléments suivants :

Sulfate de K	0,0194
Sulfate de Na	0,9300
Chlorure de Na	0,1271
Chlorure de Ca	0,4000
Phosphate de chaux	0,0039
Carbonate de chaux	0,1759
Carbonate de chaux	0,1759

Carbonate de Mg.....	0,1365
Carbonate de fer.....	0,0005
Carbonate de Mn.....	0,0000082
Carbonate de Zu.....	0,000061
Acide arsénique	0 millig. 038
Acide silicique	0,0077

C'est une eau dont l'hydrogène sulfuré et l'acide carbonique sont les éléments dominants et elle possède toutes les précieuses propriétés des eaux sulfurees dont l'action sédative générale est encore augmentée par la présence de l'acide carbonique et de l'azote. Elle est prise en boisson, en bains, en gargarisme, mais surtout en inhalation, suivant la méthode spéciale d'Allevard inventée par le Docteur Niepce. Ce traitement est favorisé par la facilité avec laquelle cette eau abandonne les gaz qu'elle contenait en dissolution et qui se répandent dans l'air ambiant.

Sources d'Uriage

Uriage, la première station thermale du département, est trop suffisamment connue pour que nous prétendions ici en faire une étude nouvelle. Nous avons simplement essayé de réunir à titre de mémoire une sorte d'extrait des nombreuses descriptions qui en ont été données, en y adjoignant quelques recherches plus récentes que nous avons trouvées éparées dans différents ouvrages. C'est ainsi qu'elle pourra

ici, dans cette suite de petites monographies, occuper l'importante place qui lui était due.

Cette source aurait déjà été célèbre à l'époque romaine, et le nom d'Uriage serait dérivé de « Urentes Aquae », bien que ses eaux ne soient pas très chaudes. Les vestiges de luxueux bains romains, que l'on a mis en évidence en pratiquant des fouilles pour le captage, attestent que les riches Gallo-Romains de Cularo ou Gratianopolis, devenu depuis Grenoble, venaient y faire des cures. Ces thermes, par la suite, ne résistèrent pas aux invasions barbares.

Alors, les ruines ayant peu à peu été recouvertes par le terrain, la source vint sourdre pendant longtemps dans le petit vallon qui donne sur la vallée de Vaulnaveys ; elle formait plusieurs mares où il fallait la puiser pour l'administrer en bains dans une pauvre petite cabane. Leur vertu attirait malgré cela une foule considérable de malades, mais le seigneur d'Alleman, possesseur du fief d'Uriage, ne vit pas favorablement affluer sur son domaine cette longue théorie de gens affligés de maladies de peau ou d'écrouelles. Il s'efforça de faire cesser l'utilisation de ces eaux recherchées et la source ne fut plus connue dans le pays que par son goût salé et baptisée « La Saulce ».

Vers le ^{xviii}^e siècle seulement, elle fut remise en usage par un fermier voisin qui installa une auberge pour abriter les malades. Ce pauvre et rudimentaire établissement thermal existait encore sous la Révolution et appartenait à M. Périer, père de Casimir Périer et arrière-grand-père du cinquième Président de la République.

Devenue sous la Révolution propriété de la marquise de Gautheron, le préfet de l'Isère l'encouragea à créer un établissement plus digne de la renommée grandissante des sources.

Son œuvre fut améliorée par son neveu et successeur le comte de Ferréol, dont la famille est encore le propriétaire du domaine.

Actuellement, l'établissement thermal d'Uriage, reconstruit à neuf en 1898, est un des plus beaux et des plus prospères de tout le Sud-Est français. Cette remarquable extension lui vient non seulement de l'initiative de ses propriétaires, de sa proximité de Grenoble et de son site dans une riante vallée alpestre, mais aussi de la valeur véritable de ses eaux bien mise en évidence par les travaux scientifiques du Docteur Gerdy et du Docteur Doyon père.

Les eaux d'Uriage se rattachent au groupe des sources salines chloro-sulfatées, sulfhydriquées. Elles sont minéralisées d'abord par les dépôts triasiques qui recouvrent les flancs de la zone cristalline des Alpes dauphinoises ; mais, ayant été obligées, avant d'arriver au jour, de traverser des bandes de calcaires noirs du lias, formé de schistes argilo-calcaires, elles y prennent leur caractère de sulfurées, par réduction lente du sulfate de chaux qu'elles doivent contenir en abondance, en présence des matières organiques de ce dernier terrain.

L'eau est amenée aujourd'hui à l'établissement par une galerie de 300 mètres, creusée dans des dépôts d'alluvions anciennes et son extrémité atteint les fissures du rocher liasique où se produit le jaillissement.

La température est 27°. Le débit 250 litres à la minute. Elle sort limpide avec un abondant dégagement de gaz carbonique et elle précipite ainsi en arrivant à l'air une assez forte quantité de soufre, ce qui lui donne un aspect opalin fort prononcé.

Nous reproduisons ci-dessous quelques analyses de date de plus en plus récentes, certaines à simple titre de curiosité.

— Analyse du Docteur Nicolas (1781) :

Muriate calcaire	1 grain
— magnésien	64 —
— sodique	168 —
— ammoniacque	41 —
Vitriol calcaire	69 —
Chaux aérée	11 —
Argile phlogistiquée	10 —
Terre insoluble	10 —
Pertes	6 —
Total	380 grains

— Analyse Gerdy (1846) :

Co ²	0,089
H ² S	0,015
So ⁴ H ²	2,226
HCl	4,498
NaoH	4,290
Cao	0,709
Mgo	0,423
Principes salins.....	11,129

— Analyse de Lefort :

Azote	19 cc.
H ² S	0,011
Co ²	0,329
HCl	3,99
HI	impondér.
So ⁴ H ²	1,960
Acide silicique	0,079
Acide arsénique	0,001
KoH	0,253
NaoH	3,975
Ca	0,626
Mg	0,201
Li	0,001
Total	11,438

Une note de M. Massol, présentée en 1908 par d'Arsonval, indique des résultats de mesure de radioactivité.

Les résultats rapportés à 10 litres de gaz et exprimés en milligrammes-minute (action égale à celle produite par l'émanation provenant de N milligrammes de radium par minute) sont :

0 mmg.-minute 147 (moyenne des expériences)

M. Léonardon, de Paris, a fait récemment un dosage de l'arsenic par sa méthode nouvelle dans l'eau embouteillée. Les résultats exprimés en As métallique = 0 millig. 20 0/00.

La grande valeur de cette eau vient donc de sa richesse en hydrogène sulfuré, de sa température tiède et de la proportion des sels dissous de 10 gr. 50 0/00, qui la rendent isotonique du sérum sanguin. Cette constitution exceptionnelle est une condition extrêmement favorable à son application sur les surfaces cutanées ou muqueuses les plus irritables. Leur double qualité de saline et sulfureuse les ont fait parfois comparer aux bienfaits d'un véritable bain de mer sulfuré.

Une source ferrugineuse existe tout à côté de l'endroit où la source sulfureuse a été captée. Elle est employée en boisson seulement et son importance est bien secondaire.

Son analyse est la suivante :

Oxygène	3 cc. 2
Co ²	0,07
HCl	0,005
So ² H ²	0,099
SiO ²	0,010
NaoH	0,012
CaO	0,079
Mgo	0,011
FeO	0,01
Total	0,304

La Motte-les-Bains

L'histoire des eaux de La Motte est assez curieuse et mérite qu'on s'y arrête quelque peu. Certains restes de construction en pierre que l'on a trouvé jadis près des sources, tendraient à faire remonter leur exploitation à l'époque de la conquête de la Gaule. Nous avons lu aussi une chronique qui leur attribuerait une origine miraculeuse : un des nobles chevaliers, compagnon d'armes du dernier Dauphin, s'étant vu tout à coup frappé du terrible mal des lépreux, s'enfuit de Palestine et vint chercher refuge contre la réprobation publique dans les profonds ravins du Drac. Cet infortuné guerrier errant venait un jour d'adresser une supplique à la Vierge, lorsque tout à coup un fossé s'ouvrit sous ses pas, une source se mit à jaillir et en baignant ses plaies les fit s'adoucir et se cicatriser. Le prodige s'étant répandu, une chapelle fut élevée et dédiée à Notre-Dame de la Délivrance. La chapelle n'existe plus, cependant la tradition populaire a donné à la source le nom de Source de La Dame. Mais il est probable que la source a été dénommée ainsi en souvenir de la noble dame de Morges qui fit édifier, au ^{xiv}^e siècle, le château de La Motte, au-dessus de cet endroit. Ce château s'érige sur un des petits monticules de la gracieuse vallée de La Motte-d'Aveillans, toute bosselée de petites élévations de terrains, ce qui lui vaut le nom de « Vallée des

Mottes ». On reste étonné en apercevant cette construction considérable juchée en un tel lieu, surtout si on songe qu'elle fut édifiée à une époque où aucune route n'était encore tracée dans cette région extrêmement accidentée. Tout laisse croire que sa fondatrice avait obéi à une inspiration analogue à celle qui avait guidé saint Bruno et ses compagnons pour construire la Grande Chartreuse.

L'imposant château devait subir dans la suite des temps de nombreuses vicissitudes avant de devenir l'établissement thermal qu'il est actuellement. Il appartint longtemps au seigneur de Venturol, capitaine des gardes du duc de Lesdiguière, puis un incendie le détruisit en partie sous la Révolution. Quelque temps abandonné, un Lyonnais, M. Subit, l'acheta en 1830, et le fit restaurer. Plus tard, en 1844, une société fut constituée pour l'exploitation des eaux de La Motte, et c'est à elle que nous devons les grands travaux qui subsistent aujourd'hui. En poursuivant l'idée qui venait naturellement à l'esprit de chaque propriétaire, elle s'efforça de transformer le château en établissement thermal après y avoir amené l'eau des sources situées dans le ravin du Drac, à 300 mètres plus bas, et que l'on montait jusqu'alors à dos de mulet dans des récipients en bois. La réalisation de ces grands projets parvint à faire de l'établissement de La Motte un des plus réputés de France à cette époque.

Des analyses furent exécutées, et on capta 8 filons de l'eau minérale qui avait été trouvée disséminée sur les bords et dans le lit du Drac. Après avoir réuni

ces eaux dans un puits central (Source du Puits), une puissante pompe hydraulique eut le rôle de les faire remonter au château. C'est une curieuse machine construite par les ingénieurs François et Gueymard, que l'on peut voir encore. Elle peut être actionnée par la force hydraulique d'une cascade voisine et elle constitue une sorte de cœur dont les contractions produites d'un côté par l'eau naturelle, font refouler de l'autre l'eau minérale. Une canalisation s'élève sur les côtés du ravin qui par une ascension de 280 mètres en hauteur et un développement de 1.900 mètres de longueur, amène l'eau au château dans un vaste réservoir de 3.000 hectos. Les serpentins d'une chaudière servent en chauffant l'eau à lui restituer sa chaleur primitive et de là, elle peut être distribuée largement dans les nombreuses cabines de bains et de douches qui ont été aménagées devant la façade du château. A l'intérieur du bâtiment sont un grand nombre de chambres pour les baigneurs et toutes leurs dépendances. Et ce n'est pas une des moindres curiosités de La Motte que de voir voisiner tout cet établissement hydrothérapique moderne avec les parties moyennâgeuses du château munies encore de leurs souterrains et de leurs prisons.

Ces efforts et ces travaux considérables se trouvaient justifiés par l'ancienne réputation dont jouissaient les eaux de La Motte. Malgré leur abord difficile pour l'époque, il semble certain, d'après les récits qu'il en est resté, qu'un grand nombre de malades ont essayé d'y venir chercher la guérison.

« On trouve, dit l'écrivain dauphinois Chorier, en

1661, à La Motte, des eaux chaudes et salutaires, qui sont extrêmement fréquentées, elles approchent de 4 degrés de chaleur, elles sont grasses, onctueuses, bitumeuses... »

Tissot, un médecin de Lausanne, disait que « de toutes les eaux minérales, il ne connaissait que celles de La Motte, qui fussent propres à guérir un grand nombre de maladies et qui eussent la propriété de pouvoir être transportées sans perdre leurs vertus médicales ».

Tous les écrivains et les médecins qui eurent à en parler en ont fait, en leur temps, les plus grands éloges, et nous savons qu'en 1775, elles avaient mérité d'avoir un dépôt à Paris, au Bureau des eaux minérales, tout nouvellement créé, et que son directeur leur assignait les mêmes effets que celles de Bourbon-Lancy.

Cette renommée considérable ne fut pourtant longtemps que le résultat d'une expérience aveugle, car leur composition véritable était ignorée.

Réputées sulfureuses et ferrugineuses par un des meilleurs ouvrage de médecine d'alors (*Précis de Matière médicale*, de Lieutaud), le seigneur de Venturol de La Motte voulut en connaître l'analyse. Il fit mander sur les lieux, en 1777, le Docteur Nicolas, de Grenoble, M. Binelli, directeur des mines de Monsieur, et un religieux habile chimiste. Ceux-ci, après un mois d'expériences, conclurent « que l'on s'était mépris jusqu'alors sur la nature de ces eaux et qu'elles étaient entièrement salines ».

Il peut être curieux de noter ici leurs résultats, que nous avons pu retrouver :

Terre calcaire	3 grains	
Salénite (sulfate de chaux).....	24	—
Sel marin (muriate de soude)....	48	—
Sel d'Epsom	18	—
Matière extractive	$\frac{1}{2}$	—
Résidu	95	— environ

Nous avons consigné aussi divers résultats d'analyse faites à des époques de plus en plus récentes.

— Analyse de Billerey (1830) :

Hyochlorate de Na.....	3,60
Hyochlorate de Mg.....	0,88
Sulfate de Ca.....	1,08
Sulfate de Na	0,61
Sulfate de Mg.....	0,33
Carbonate de Ca.....	0,24
Carbonate de fer.....	0,20

— Analyse de Gueymard et Breton (1836) :

Argile	0,030
Carbonate Ca.....	0,085
Carbonate Mg	0,022
Sulfate Ca	1,055
Sulfate Mg	0,316
Sulfate Na	0,362
NaCl	2,530

— Analyse de O. Henry (1841) :

SOURCES DU PUIS DE LA DAME

Température moyenne des 2 griffons : 60°.

Carbonate Ca		
Carbonate Mg.....	0,80	0,64
Carbonate Li.....	0,10	0,06
Sulfate Ca.....	1,65	1,40
Sulfate Mg.....	1,65	1,40
Sulfate Na.....	0,77	0,67
NaCl	3,80	3,56
Chlorure Mg	0,14	0,12
Chlorure K	0,06	0,05
Bromures alcalins....	0,02	traces
Silicates	0,02	0,014
Manganèse		traces
Arsenic	0,001	0,001
	7,501	6,665

— Analyse de Marcelet (1907) :

Co ² total	0,266
Carbonate Ca	0,295
Carbonate Mg	0,068
Carbonate fer	sensible
Sulfate Ca	1,672
Sulfate Li	0,014
Sulfate K	0,060
NaCl	3,074
Chlorures de Mg.....	0,164
Bromure de Na.....	0,022

Iodures	traces
Silice	0,068
Arsénates	traces
Total	5,441

Nous avons procédé nous-même à un prélèvement et à certains dosages. Les résultats furent les suivants :

	SOURCES DU PUIT	DE LA DAME.
Température	= 24°	= 47°
Saveur saline, légèrement amère.		
Degré hydrotimétrique	= 88°	= 96°
CO ² total..	= 0,108 ‰	= 0,167 ‰
	= 58 cc, 80	= 88 cc, 20
Extrait sec.....	=	= 5,720
Ion Cl.....	= 840 ‰	= 2,090 ‰
Alcalinité totale en		
SO ⁴ H ² N/10 ‰.....	= 44 cc	= 56 cc

Ce sont donc des eaux chlorurées, sulfatées, calci-ques et thermalisées, avec des traces de bromures. Leur température élevée doit provenir de la profondeur de leur circuit souterrain et de leur remontée rapide à leur point d'affleurement. C'est évidemment dans les dépôts triasiques qui forment le grand anticlinal de la montagne du Connex et du Seneppe que ces eaux doivent trouver la majeure partie de leurs éléments minéraux. Ces assises plongent en profondeur sous les bancs de lias des gorges du Drac et les eaux thermales remonteraient par là par les larges

fissures de ce lias où elles peuvent cheminer aisément grâce à la forte pression de la nappe profonde qui correspond aux points d'infiltration très élevés dans la montagne. Les jaugeages ont donné 100 litres environ à la minute pour la source du Puits et 150 litres pour la source de La Dame. L'eau est limpide, d'odeur et de saveur agréables, sa salinité modérée étant très supportable.

Nous avons trouvé, comme on vient de le voir, une température un peu inférieure à celles indiquées par les analyses précédentes. Peut-être est-ce à cause de variations naturelles, ou d'infiltrations d'eau douce, qui ont pu se produire. Cette eau mériterait une analyse très complète, particulièrement au point de vue du dosage des bromures et iodures qui ne paraissent pas s'y trouver en quantité notable.

Par contre, les corps qu'elle contient sont à l'état d'ionisation élevée ; l'acide carbonique en combinaison instable se dégage à l'air, et les carbonates, sulfates, chlorures subissent de nombreuses transformations favorisées par la température. Il est à présager que si elle est précieuse par sa thermalité, elle est douée probablement aussi de propriétés radioactives importantes. L'analyse nous a démontré que c'est le puits de La Dame qui contient l'eau la plus chaude et la plus chargée en sels, la composition est analogue à l'eau de mer où à la formule du sérum de Truneczek, dont on connaît le succès dans les cures de l'artériosclérose. Ces eaux déclarées d'utilité publique sont munies d'un périmètre de protection par le décret du 6 janvier 1896. Elles furent employées avec succès en

boisson pour leur action excitante, laxative et diurétique, mais surtout en bains, irrigations et douches, pour leur action sédative et décongestive dans diverses affections utérines, dans les rhumatismes, les affections osseuses et articulaires, et nombreuses sortes d'engorgements ganglionnaires. La situation exceptionnelle du vallon de La Motte au point de vue climatique, peut permettre de surajouter au traitement par les eaux celui de la thalassothérapie, ce qui a fait dire au professeur Landouzy que la cure des eaux de La Motte était un véritable bain de mer à la montagne. Malheureusement, cette dernière année l'établissement a été fermé et se trouve être en liquidation judiciaire. Le château de La Motte sera donc encore appelé à subir une nouvelle destinée.

Source de Mayres

De La Motte-Saint-Martin, si on remonte le cours du Drac, on trouve un peu en aval du village de Mayres, au bas d'une bizarre agglomération d'esquilles rocheuses des affleurements d'eau minérale s'infiltrant dans les graviers du lit de la rivière.

Ces eaux étaient, paraît-il, connues de temps immémorial et les habitants de la région y avaient recours surtout pour les affections gastriques. Un jour, un éboulement les fit disparaître. Alors, en 1884, M. Bonniot, propriétaire du sol, se décida à faire des recher-

ches et un sondage heureux sur la rive opposée amena le jaillissement de l'eau. Cette source coule aujourd'hui dans une citerne fermée à clef, de saveur saline, son débit serait de 30 litres environ à la minute et sa température de 32°.

Une analyse en fut faite par Gueymard :

Argile noirâtre	0,480
Carbonate de chaux.....	0,540
Sulfate de chaux.....	1,180
Sulfate de magnésie.....	0,460
Chlorure de magnésie.....	0,112
Chlorure de sodium.....	1,228

Le Monestier-d'Ambel

Ce petit village situé près de Corps, vers les sources de la Souloise, affluent du Drac, est mentionné comme possédant une source d'eau minérale froide, sulfureuse et purgative. Les vieux auteurs seulement, tels que Carrère, dans son catalogue raisonné des eaux minérales (1785), en parlent. Et Chorier donne une magnifique description de la source du Monestier-d'Ambel, sans indiquer cependant qu'elle ait les caractères particuliers d'une eau minérale.

Groupe des Sources du Monestier-de-Clermont

Le long de l'ancienne route impériale qui allait de Grenoble à Marseille, appelée maintenant en langage touristique : route d'hiver des Alpes, un peu avant d'atteindre le col du Fau, à 850 mètres d'altitude, le petit bourg du Monestier-de-Clermont offre aux regards le pittoresque de la longue enfilade de ses curieuses et vieilles maisons. Parmi les vastes prairies qui tapissent le fond de sa large vallée, apparaissent plusieurs affleurements d'eau minérale.

Il nous a été donné de visiter et d'examiner les sources dont les noms suivent, toutes sont plus ou moins proches du petit ruisseau de Vor qui occupe le fond de la vallée. Nous citerons en remontant le cours de ce dernier :

La Source des Chambons ou Source Alexandrine ou Source Bertrand, sur la rive immédiate et presque en plein village. Elle est très ferrugineuse, son débit est faible et elle est recueillie grossièrement dans un tonneau de bois.

— Au-dessus de l'hôpital et près du vieux château, une source faiblement bicarbonatée et laissant déposer un sédiment ferrugineux, sert de fontaine publique pour les habitants du voisinage qui la qualifient de « tufeuse ».

— La Source Gauthier, qui était située plus à l'ouest vers le hameau des Andrieu. Des galeries creusées pour son captage ont provoqué sa disparition.

— La Source Saint-Paul, anciennement Source saline Alexandra, se distingue un peu plus haut au milieu d'une prairie par le bâtiment assez vaste destiné à sa protection.

— Les Sources de Madame Fegg, au nombre de deux, sont situées en face l'une de l'autre, vers le lit du même petit ruisseau. Elles sont captées sommairement par des citernes en maçonnerie en mauvais état.

— Une autre source qui, récoltée dans un petit bassin, tout près du col du Fau, est encore une eau ferrugineuse et gazeuse.

— Toutes montrent à peu de chose près les mêmes caractères organoleptiques, leurs degrés hydrotimétriques que nous avons pris, se trouve être peu différents, et elles ont certainement une composition plus ou moins analogue. Comme nous avons pu l'entendre dire dans le pays, la plupart sont le résultat de sondages qu'auraient pratiqués les propriétaires voisins de la source Saint-Paul, la première connue, pour essayer de la détourner à leurs profits.

Nous avons fait précisément porter notre étude sur cette source Saint-Paul, la plus sérieusement captée et qui donne lieu encore maintenant à une petite exploitation locale.

Cette dernière serait connue depuis très longtemps et l'on raconte que les chèvres qui essayaient de venir s'y désaltérer présentaient ensuite des symptômes d'ivresse, mais son usage sanitaire remonterait à 1639, date où Pierre de Vulson, seigneur des Grands-Prez, lui conféra ses lettres de noblesse dans la curieuse étude qu'il en fit. Dans la suite, ayant passé dans les mains de sociétés ou d'entrepreneurs, qui tentèrent son exploitation en grand, elle eut une histoire remplie en déboires de toutes sortes.

Une Société, fondée à Marseille, s'efforça par une grande publicité, de porter la renommée de ses bienfaits très loin, elle la fit agréer par l'Académie de Médecine, et l'ayant baptisée « Saline Alexandra », fit procéder aux importants travaux que l'on retrouve aujourd'hui.

A la place des anciens puits de bois, puis de brique, une vaste excavation de 6 mètres de diamètre fut creusée, mais déjà à 8 mètres de profondeur, les espérances pour trouver le griffon en place sur du rocher callovien furent vaines. Le puits, qui traversait une couche d'argile compacte, fut continué jusqu'à sa rencontre avec un large banc de gravier où circulait l'eau minérale. Ce fut donc à la profondeur de ce banc de gravier constituant une nappe profonde d'eau minérale isolée des eaux de surface, que vint aboutir le fond du puits. On recouvrit l'extrémité supérieure

d'une coupole de tôle destinée à recueillir le dégagement des gaz et le corps lui-même du puits pu faire office de réservoir d'eau.

De cette période d'exploitation assez intensive date l'apparition de nombreuses publications, signées par des médecins et chimistes réputés, toutes extrêmement élogieuses pour les eaux du Monestier. Malheureusement, nous avons constaté que parfois les possesseurs de la source n'ont pas reculé à tromper délibérément le public, pour exagérer les mérites de leurs eaux. Tantôt, c'est un résultat indiqué sur une étiquette trouvé inexact par l'ingénieur des mines, tantôt l'affirmation sur un prospectus que l'eau contient de l'iodoforme, auquel elle doit nombre de ses vertus, une autre fois un procès s'engage à cause d'une addition frauduleuse de lithine avant un prélèvement.

Nous joignons ici les résultats de l'analyse qui nous a paru la plus conforme.

Analyse par M. Leroy, Professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Grenoble, et de M. Gueymard, Ingénieur en chef des Mines :

Par litre

Bi-carbonatée mixte, température, 12 degrés.

Bi-carbonate de soude	0 gr. 794
— de chaux	0 gr. 886
— de magnésie	0 gr. 547
— de fer	0 gr. 030
Silicate d'alumine	0 gr. 033
— de chaux	traces
— de soude	traces

Chlorure de sodium	0 gr. 081
Sulfate de soude	0 gr. 383
Sulfate de magnésie	0 gr. 198

Principes gazeux :

Acide carbonique libre et demi combiné..	0 gr. 982
— — — — — tout à faite libre.....	0 gr. 492
Azote	0 gr. 024
Oxygène	1 trace

Nos recherches personnelles nous ont donné, pour
1 litre d'eau :

Température	10°
CO ² total	396 cc.
Extrait sec	2.380
Degré hydrotimétrique total	72°
Alcalinité : 290 cc. SO ⁴ H ² N/10 0/00	

Anions

Cl	065
NO ³	035
SiO ²	007
NO ²	négatif
SO ⁴	faibles traces

Cathions

Ca	304
Mg	022
Na	685
K	traces
Fer	positif

Cette eau, qualifiée à juste titre de bicarbonatée ferrugineuse, nous montre bien réunie la quadruple combinaison gazeuse, alcaline, ferrugineuse et saline revendiquée par certains auteurs. Sa saveur fraîche et agréable, sa minéralisation modérée et la proportion harmonieusement répartie des principes constituants en font une eau de table agréable à boire et certainement douée de propriétés médicales actives. Elle a cependant l'inconvénient, en perdant son gaz, de laisser déposer un dépôt salin et ferrugineux à l'embouteillage.

Vendue par le propriétaire uniquement aux habitants du pays et à la clientèle estivale des hôtels, le réservoir disposé à la source permet toujours, en emmagasinant l'eau, un approvisionnement constant, pour la plus grande satisfaction des buveurs qui tous déplorent le développement insuffisant de cette source locale par rapport à ses qualités.

La Fontaine Ardente

Si la Fontaine Ardente ou « Fontaine qui brûle » n'est pas à proprement parler une source d'eau minérale, nous avons pensé cependant lui réserver une place ici. Ce phénomène, classé parmi les sept merveilles du Dauphiné, est un dégagement gazeux combustible, qui se produit depuis des siècles dans les eaux d'un petit ruisseau, vers le village de Saint-Bar-

thélemy, à une dizaine de kilomètres de Vif. Nous nous sommes appuyés sur l'importance de l'étude des gaz dégagés des griffons des eaux thermales et sur le fait que différentes enquêtes ont attiré l'attention sur la présence probable de l'hélium dans cette émission de gaz naturels, pour justifier cette diversion. Les recherches qu'il nous a été donné de faire pour étudier les eaux du département, nous ont amené naturellement à recueillir presque sans le vouloir, dans les ouvrages nombreux et divers, beaucoup de renseignements sur cette fontaine merveilleuse. Nous les avons notés chaque fois, et après avoir visité les lieux, les avons consignés ici.

L'alliance singulière à la Fontaine Ardente, de deux corps incompatibles avait éveillé depuis longtemps la curiosité des anciens, et le manque d'explication lui fit vite attribuer le qualificatif de merveilleuse. Les descriptions qu'ils en ont données sont abondantes. Certains la disent même citée par saint Augustin, qui l'aurait comparée à une fontaine analogue de l'Epire. Les écrivains, comme l'abbé Rozier, l'abbé Greppo, le docteur Sylvain Aymard, en parlent longuement. Chorier, dans *l'Histoire du Dauphiné*, écrit : « Cette fontaine qui brûle est à trois lieues de Grenoble, entre la Tour-Sans-Venin et la montagne inaccessible. Elle est au pied d'une haute montagne presque toujours couverte de neige et regarde le midi. Le feu ne sort que d'un espace d'environ quatre pieds en tous sens, où tombe d'en haut un petit ruisseau dont les eaux ne s'y arrêtent qu'elles ne soient retenues par les gazons. L'exhalaison qui nourrit les flam-

mes sort continuellement ; souvent, elle est imperceptible, et néanmoins elle est toujours si ardente qu'elle fait bouillonner cette eau à grosses ondes. Toute l'impression qu'elle en reçoit c'est qu'elle devient grasse et trouble et qu'elle conçoit une odeur qui a du rapport avec celle des bains bitumeux et sulfureux. N'est-ce pas une merveille qu'ici deux ennemis irréconciliables semblent se caresser et désirer le commerce l'un de l'autre ? »

Cependant, ce petit ruisseau, qui semble faire exception aux lois communes de la nature n'a pas inspiré le moindre sentiment de peur à tous ces auteurs, car ils auraient pu trouver là un rapprochement avec l'odeur de soufre et le dégagement de flamme par lesquels, dans les vieilles légendes, on avait coutume de représenter les apparitions de Satan sur la terre. Au contraire, un certain nombre d'entre eux n'a pas craint d'y trouver motif à plaisanterie. C'est ainsi qu'un vieux récit prétend que cette fontaine éteignait résolument ses feux chaque fois que, parmi ses visiteurs, se trouvait gente demoiselle moult étrangère à la devise du chevalier sans peur...

De toutes ces narrations, il découle aussi que le petit cratère d'où sortaient les flammes a dû se déplacer quelquefois dans le lit du torrent, et que les éboulements de terre ont dû modifier l'aspect des lieux.

Ces dernières années, des travaux d'exploitation furent entrepris par M. Piret. Il poursuivit les sources de gaz dans les flancs de la montagne, par une galerie

horizontale. Une explosion se produisit, qui entraîna la perte du gazomètre. Les accidents s'étant multipliés le forcèrent à abandonner.

Actuellement, on trouve à la Fontaine Ardente les restes de ces travaux. L'eau du ruisseau circule à travers ces ruines et dans l'ancienne cuve de maçonnerie que formait le gazomètre. L'eau y bouillonne tumultueusement et des flammes s'élèvent à environ un mètre de hauteur.

Une analyse de M. Raoult, de Grenoble, donne aux gaz dégagés la composition suivante :

Sur 100 volumes

CO ²	0,58
Az.	0,48
O	0,10
Méthane	98,81
Perte	0,03

La fontaine de Saint-Barthélemi est donc surtout une source naturelle de méthane, comme il en existe en abondance dans certaines contrées, telles que les environs de Bologne, les bords de la mer Caspienne, la Perse, la Chine,, Java. La naissance de ces gaz serait le résultat d'une décomposition de matières organiques souterraines occluses dans des formations géologiques.

Sources d'Orjol **(Cornillon-en-Trièves)**

Vers l'année 1880, les eaux d'Orjol comptaient parmi les plus célèbres du département de l'Isère ; elles étaient autorisées par l'Académie de Médecine, et la société qui les exploitait accusa la vente de 25.00 bouteilles.

Elles ont leur source à 900 mètres d'altitude, sur le mont Cornillon, aux environs immédiats de Mens, et elles s'alignent toutes à peu de distance les unes des autres, le long du petit ruisseau qui descend du village d'Orjol.

Quoique huit sources furent enregistrées au service des Mines (source Auvergne, source Accaria, Valentine, Bardonnanche, Amélie, Saint-Armand, La Pique et Communale, dont cinq avaient été captées par des puits protégés d'un petit pavillon), on n'en compte plus que trois actuellement, qui peuvent fournir de l'eau minérale : ce sont les sources Auvergne, Valentine et Amélie.

La source Auvergne est la seule bien aménagée et bien entretenue ; elle comporte un bâtiment assez vaste, avec buvette au griffon et salle d'embouteillage. Nous n'avons pu récolter de son eau, lors de notre visite, en janvier 1925, l'établissement étant fermé.

Notre prélèvement a porté sur l'eau de la source Amélie, puisée le plus profondément possible à l'intérieur de son puits de captage.

Avant de publier nos résultats, nous avons noté ici les analyses faites précédemment.

	AUVERGNE	ACCARIA	AMÉLIE
CO ²	non dosé	3,414	non dosé
Bicarbonate de Na.	0,099	0,142	0,334
— de Ca.	1,608	1,911	0,224
— de Mg.	0,146	0,141	0,218
NaCl	0,014	0,007	0
Sulfate de Na.....	0,204	0,124	0,153
Bicarbonate de fer	0,022	0,075	0,021
	2,092	5,814	0,950

Résultats personnels :

Saveur acidulée et styptique, croûtes abondantes rougeâtres à la surface du puits, dégagement de bulles gazeuses.

Température : 7°5.

Débit : 2 l. 5 (service des Mines).

Réaction acide au tournesol.

Degré hydrotimétrique : 104.

Extrait sec : 1.700.

CO² : 1.264 cc.

Anions

SO ⁴	085
Na	039
NO ³	008
SiO ³	003
Cl	014

Cathions

Ca	444
Mg	357
Fer	005
K	traces

Ces résultats concordent donc pour classer les eaux d'Oriol comme des acidulées gazeuses, surtout bicarbonatées calciques et magnésiennes et ferrugineuses. Leurs analyses montrent de grandes analogies avec l'eau ferrugineuse corse du type Orezza.

Pour leur origine géologique, nous rapporterons ici l'opinion de M. le Professeur Kilian, qui estime qu'elles se minéralisent dans les calcaires schisteux noirs formant les assises du jurassique supérieur : « Ces eaux semblent tirer, dit-il, leur minéralisation du produit des réactions chimiques effectuées au sein de ces assises triasiques. Les dislocations ne semblent pas avoir eu, comme on l'a dit, la moindre action sur la présence de l'acide carbonique, ces eaux étant placées dans des points où la régularité des couches n'est troublée par aucune fracture et où le plissement ne revêt aucunement le caractère d'une acuité exceptionnelle. Nous croyons donc que l'acide carbonique, comme le fer que contiennent ces eaux, n'est pas d'origine interne, mais provient des réactions naturelles qui s'effectuent dans le sein même des formations schisteuses sus mentionnées, par exemple, de l'action sur les bancs calcaires de l'acide sulfurique résultant de l'oxydation des pyrites si fréquemment disséminées dans les couches calloviennes et oxfordiennes. »

Ainsi, nous pouvons les rapprocher plus facilement avec les eaux ferrugineuses du Monestier-de-Clermont, situé non loin de là à vol d'oiseau, et qui dépendent de formations géologiques semblables. Le résultat des analyses ne laisse pas de doute à ce sujet.

Les eaux d'Oriol sont employées comme boisson rafraîchissante et digestive, surtout en été, par les habitants de Mens. Elles mériteraient certainement de reprendre un peu de leur ancienne renommée.

Groupes des Sources du Bourg-d'Oisans

La plaine du Bourg-d'Oisans est entourée par un vaste amphithéâtre de vastes montagnes. On a surnommé, pour cela, cette région l'Oberland français. C'est une sorte de grande cuvette à bords abruptes. Le fond était occupé autrefois par l'emplacement de l'ancien lac Saint-Laurent, dont la disparition, par une rupture du barrage qui l'avait formé, occasionna la catastrophe de l'an 1219, célèbre dans les annales du Dauphiné.

M. le Professeur Barral nous avait indiqué la présence de quelques sources sulfureuses dans cette région. Nous en avons déterminé l'emplacement exact et les avons examinées analytiquement.

SOURCES DE LA PANTE.

A 600 mètres environ du village de la Pante, première station avant Bourg-d'Oisans, surgissent, au lieu dit des « Effonds » (synonyme de mauvaise odeur) de nombreuses petites sources sulfureuses. Elles se révèlent facilement sur les bords de l'ancienne route



de Rochetaillée, par leur odeur et leurs dépôts blanchâtres. Tous ces petits jaillissements très proches paraissent être plus ou moins minéralisés. Notre analyse a porté sur l'eau prise au déversoir des plus importants ; elle ne peut donc donner qu'une idée sur la composition moyenne.

Résultats :

Eau claire, à odeur sulfureuse fugitive.

Température : 20°.

Débit approximatif : 20 l. à la minute.

Degré hydrotimétrique : 20°.

Alcalinité : 30 cc SO⁴H² N/10.

CO² : 49 cc. 0/00.

Extrait sec : 172.

H ² S	001,7
Cl	002
SiO ²	008
SO ⁴	traces
Ca	028
Mg	006
Na	026
K	traces

De La Pante en allant sur Bourg-d'Oisans, une source sulfureuse analogue se perd dans les eaux d'un marais qui borde la route.

SOURCE DE SOULIEUX.

Citée déjà par le Docteur Niepce, elle porte le nom du hameau où elle prend naissance, dans une propriété privée appartenant à M. Genevois.

Captée sommairement, elle arrive dans l'arrière-cour d'une ferme où elle alimente une sorte d'abreuvoir. Une petite bâtisse, placée à côté, renferme encore deux anciennes cabines de bain.

Résultats de notre prélèvement :

Eau légèrement opalescente. Odeur sulfureuse fugitive.

Débit : 8 l. à la minute environ.

Degré hydrotimétrique : 28°.

Alcalinité : 35 cc. SO^{H^2} N/10.

Extrait sec : 184.

CO^2 : 88 cc.

H^2S	005
SO^4	traces
SiO^3	003
NO^3	traces
Cl	002
Ca	036
Mg	012
Na et K	traces

SOURCE D'AURIS.

Celle-ci, par exception, est située dans un endroit escarpé, à 15 kilomètres du Bourg-d'Oisans, et à 1.300 mètres d'altitude, près du hameau de Maillot, qui domine par un à-pic le fameux Val de l'Infernet. Cette source n'a pas été captée ; elle est simplement canalisée par un petit fossé qui la fait se joindre à un autre griffon voisin. On trouve encore une ancien baraquement à l'usage des bains.

Résultats de notre prélèvement :

Eau claire, octueuse au toucher. Saveur saline et amère. Pas d'odeur sulfureuse notable.

Température : 21°.

Alcalinité : 20 cc. SO_4H^+ N/10.

Extrait sec : 260.

CO_2 : 52 cc. 90. ,

SO_4	024
SiO_2	017
Cl	004
Ca	042
Mg	008
Na et K	traces

Toutes les sources de ce groupe sont donc plus ou moins salines, sulfatées, calciques et magnésiennes accidentellement sulfurées ; donc, en relation certaine avec les terrains triasiques souvent riches en gypse dans ces régions.

Nous avons constaté qu'elles sont très pauvres en chlore, contrairement à l'assertion de divers auteurs qui les classent comme chlorurées sulfatées. Leur faiblesse en hydrogène sulfuré et la labilité de cet élément fait qu'elles sont d'un emploi restreint. De toutes, la source d'Auris présenterait peut-être quelque intérêt par sa minéralisation un peu plus forte, sa richesse en silice et sa température.

Source de Cordéac

Nous avons regretté de n'avoir pas pu visiter la source de Cordéac, aux environs de Mens ; elle se trouvait en dehors de notre itinéraire et nous aurait obligé à un long détour.

Elle est certainement peu importante d'ailleurs, car on en possède fort peu de renseignements. La *Géographie Joanne* la cite comme ferrugineuse, et Durand et Fardel, dans leur dictionnaire des eaux minérales, parlent de cette source qui serait sulfurée sodique et en donnent une analyse de Gueymard bien incomplète que nous reproduisons ici :

Carbonate de Na	0,714
NaCl	
Carbonate de Mg	0,034
— de fer	0,001
	0,950

Source de Tréminis-en-Trièves

L'extrême point sud du département se termine dans une sorte de cul-de-sac montagneux qui sert de bassin d'alimentation, et où la rivière de l'Ebron prend ses sources.

C'est au milieu de ce vaste cirque de hautes montagnes que le petit village de Tréminis étage ses quatre petits hameaux.

La source minérale se trouve un peu au-dessus du hameau des Serres, à 1.200 mètres d'altitude, dans le couloir rempli d'éboulis d'un torrent intermittent descendu du mont Ravier.

C'est un mince filet d'eau sulfureuse, faiblement protégé par une vague planche et qui doit arriver au jour après s'être frayé péniblement un passage à travers les glissements de terre et de pierre, qui doivent être fréquents en cet endroit.

Cette source très peu connue n'a jamais, à notre connaissance, été analysée.

Recherches personnelles :

Débit : 1 l. 100

Température : 9°.

Alcalinité : 64 cc. SO^{H^2} N/10.

Degré hydrotimétrique : 32°.

Extrait sec : 620.

CO^2 : 130 cc., 34.

H^2S à la source.....	0045
H^2S après 24 heures.....	0013
SiO^2	005
Cl	003
Ca	034
Mg	021
Poids des chlorures de K et Na	250

Ces dosages révèlent une eau sulfureuse alcaline de la classe sulphydriquées ; elle présente au griffon une forte opalescence due à la précipitation du soufre à l'état colloïdal (blanchiment des eaux) ; mais elle redevient limpide après 24 heures environ. Elle est donc difficile à utiliser, par suite de cette décomposition rapide qui lui fait perdre ses précieuses qualités et à cause de son faible débit.

Il y a une vingtaine d'années, une sorte de bassin, où l'eau se collectait, avait été creusé, à côté, pour y prendre des bains, sur le conseil du curé du village et certains malades du pays auraient vu leur état s'améliorer. Notre guide nous a indiqué aussi une autre source analogue qui existerait un peu plus haut, dans le massif du Grand-Ferrand.

CONCLUSIONS

Les sources minérales du département de l'Isère sont nombreuses :

9 sont indiquées par les statistiques comme encore exploitées et autorisées par l'Académie de Médecine. Ce sont : Allevard, Choranche, Le Monestier-de-Clermont, La Motte, Oriol, La Terrasse, Tullins-Fures, Uriage, l'Echaillon de Veurey.

En plus de ces sources officielles, nous avons pu en trouver et étudier 18 nouvelles, au cours de nos recherches. Il s'en suit que notre travail s'est trouvé comprendre une suite de 27 études monographiques plus une description de la Fontaine Ardente.

Si le chiffre des sources est assez considérable, leur débit total est faible, à peine 813 litres à la minute en 1922.

Toutes les eaux considérées sont de deux grands types : eaux sulfhydriquées et eaux bicarbonatées ferrugineuses. Elles sont toutes d'origine superficielle;

nous n'avons pu rencontrer d'eaux d'origine profonde en relation avec les terrains granitiques, dites eaux d'origine interne ou vierges. De là, l'absence d'eaux sulfureuses peu minéralisées, mais de haute thermalité, comme les eaux pyrénéennes.

Certaines ne doivent leur thermalité qu'à la longueur et à la profondeur de leur circuit hydro-minéral souterrain, qui chemine à travers les plissements très tourmentés de ces régions.

Les affleurements apparaissent presque toujours dans les points bas et dans les thallwegs des vallées. Les vallées alpestres étant souvent des vallées élevées, de là l'altitude notable de quelques sources (Bourg-d'Oisans, Oriol, Tréminis, La Boutière).

Nous avons eu à déplorer, au cours de nos visites, le tarissement de plusieurs sources, entre autres : La Terrasse et l'Echaillon de Veurey.

D'autres n'ont pu être retrouvées, par suite de leur manque de captage et de leur perte dans des eaux diverses, par exemple : Domène et La Boutière.

D'autre part, quand on lit les études antérieures, nous avons constaté, dans l'Isère, une disparition progressive des sources et particulièrement de ces sources de type sulfhydrique.

Peut-être, avant la disparition des sources renommées encore il y a peu de temps et que nous venons de citer, pouvons-nous considérer, comme le fait

l'abbé Greppo dans ses études archéologiques, que les restes de bains romains que l'on a découvert en divers endroits, comme à La Buisse, à Morestel, à La Tronche, étaient probablement alimentés par des sources thermales aujourd'hui complètement taries.

Uriage et Allevard resteront, par les précieuses qualités de leurs eaux et leur débit important, les deux grandes sources et stations thermales du département. Choranche, nouvellement exploitée, va certainement connaître à nouveau la prospérité. Cependant, les sources comme celles du Monestier-de-Clermont, de La Motte-les-Bains et d'Oriol, mériteraient une plus grande exploitation, dans des régions où les visiteurs viennent nombreux, pour l'attrait seul du site, et où la cure thermique pourrait être complétée heureusement par les bienfaits d'une cure climatique.

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,

Vu :

E. BARRAL

LE DOYEN,

JEAN LÉPINE.

Vu et permis d'imprimer :

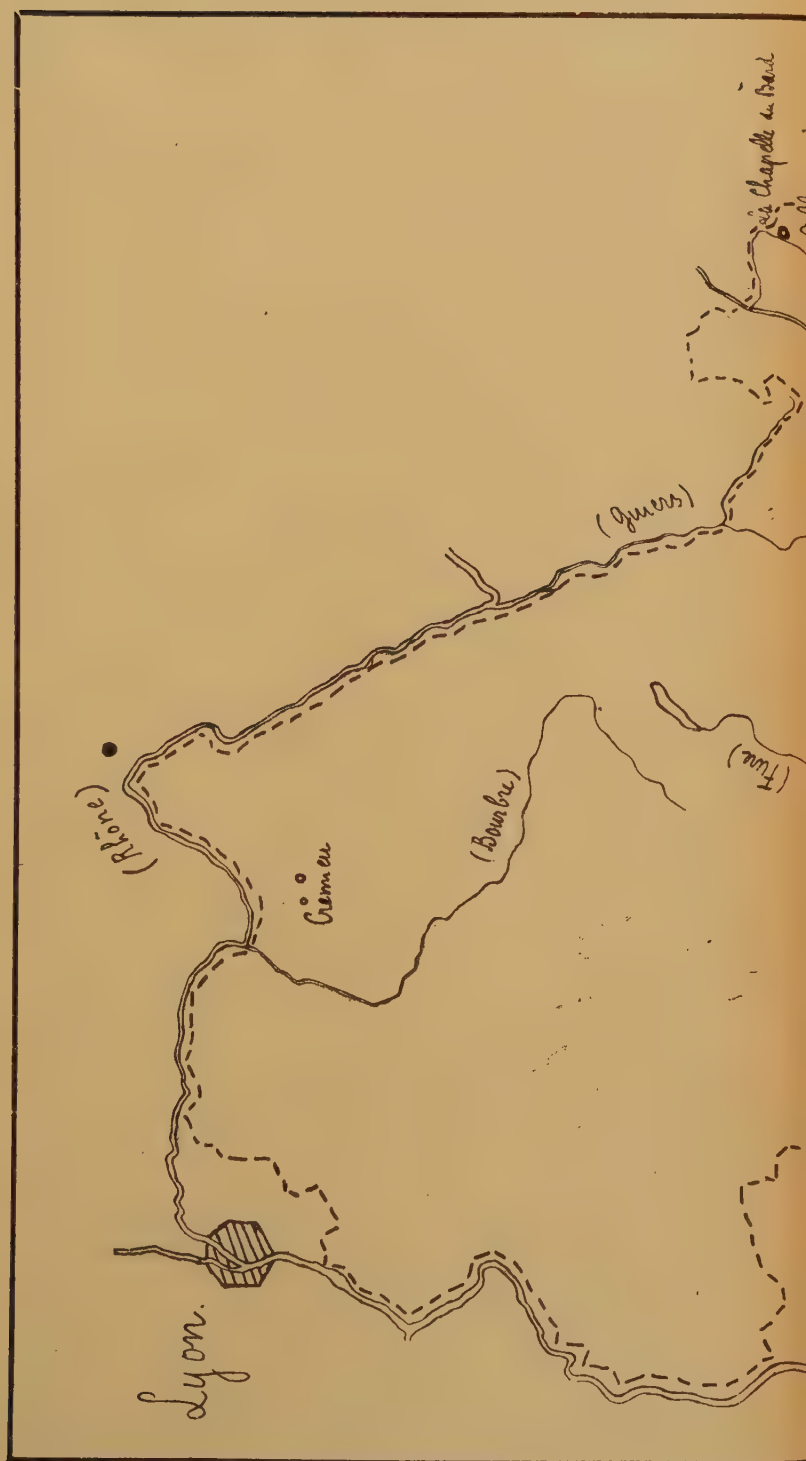
Lyon, le 12 Mars 1925

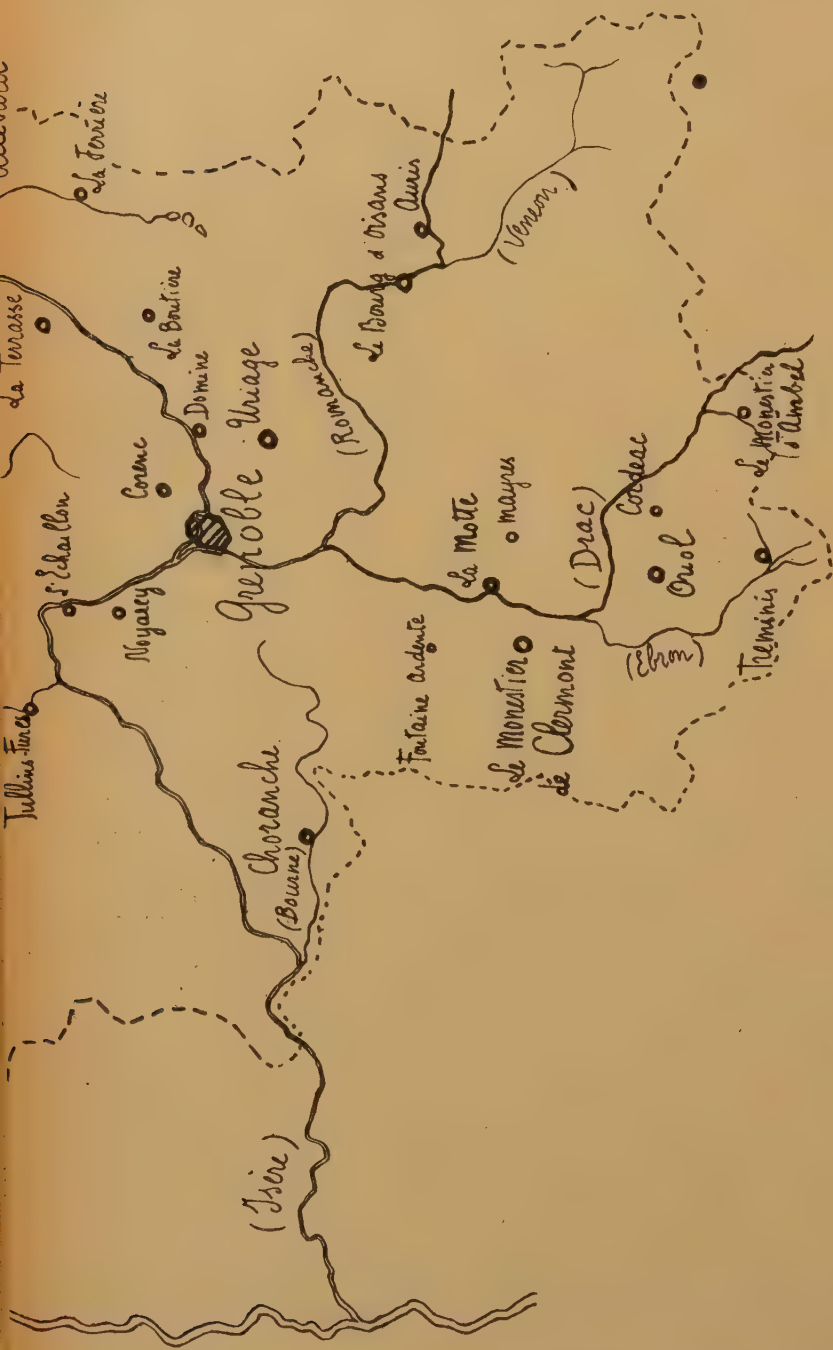
LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,

Pour le Recteur et par délégation :

LE VICE-PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,

L. JOSSERAND.





BIBLIOGRAPHIE

- JACQUOT et WILLM. — Eaux minérales de la France.
- GIDE et BAUDRY. — Annuaire des eaux de la France.
- PATISSIER. — Eaux minérales de France.
- CARRÈRE. — Catalogue des ouvrages concernant les eaux minérales.
- ABBÉ GREPPO. — Etudes archéologiques sur les eaux thermales de la Gaule romaine.
- CHORIER. — Histoire et géographie du Dauphiné.
Tables de Peutinger.
- ARDOUIN-DUMAZET. — Géographie des départements.
- A. JOANNE. — Géographie de l'Isère.
Annuaire des eaux minérales de France.
- ROUBAUD. — Les eaux minérales de France.
- CHAUVET. — Eaux minérales de France.
- DURAND-FARDEL. — Dictionnaire des eaux minérales.
- KILIAN. — Relations géologiques des sources thermales du Dauphiné.
- LORY. — Description géologiques du Dauphiné.
- BRÉHON. — Carte des eaux minérales de France.
- GUEYMARD. — Analyse des eaux de La Motte.

- DUPASQUIER. — Description d'Allevard.
- GERDY. — Eaux d'Uriage.
- EYMARD. — Eaux du Monestier de Clermont.
- HERVIER et S. LAGER. — Guide aux eaux minérales du département de l'Isère et aux Alpes Dauphinoises.
- BARDET. — Notion d'hydrologie moderne.
- NIEPCE. — Eau sulfureuse d'Allevard.
- GUBIAN (Docteur). — La Motte-les-Bains.
- DOYON (Docteur). — Uriage et ses eaux.
- DERGEVAL et DUBOUCHER. — Guide du baigneur à La Motte.
- DE LAUNAY. — Recherche et aménagement des sources thermales.
- OGIER (Th.). — La France par cantons et communes.
- PÉTREQUIN et SOQUET. — Traité général des eaux minérales.
- BONNARD. — La Gaule thermale.
- BALLY. — Eaux thermales de La Motte.
- FRIER. — Eaux minérales de l'Isère.
- BOSSON (Dr). — Indicateur médical et descriptif des eaux de La Motte.
- PIC (Dr). — Eaux minérales du Sud-Est. (*Journal de Médecine de Lyon*, 5 mai 1920.)
- LESTRA. — Les eaux d'Allevard. (Thèse Lyon, 1921.)
- LAURE (Dr). — Eaux d'Allevard et stations d'hiver au point de vue des poumons.
- REVILLET (Dr). — Les eaux d'Allevard.
- VERNON (Dr). — Notice sur les eaux alcalines, lithinées du Monestier de Clermont, 1887.
- LEFORT. — Chimie hydrologique.
- DE LAPPARENT. — Traité de géologie.
- MASSOL. — Radio-activité des eaux d'Uriage. (Note, 1908.)
- PIERRI (Prof.). — Cours complémentaire d'hydrologie thérapeutique.

VILLIERS, COLLIN, FAYOLLE. — Traité des falsifications : eaux, boissons, alcool.

FLEURY (E.). — Précis d'hydrologie.

La Presse thermale et climatique.

Annales de l'Institut d'hydrologie et climatologie de France.

MOUREU et LEPAPE. — Les gaz rares des sources thermales.

CAUSSE. — Précis d'hydrologie.

JADIN. — Précis d'hydrologie.

MOISSAN. — Chimie minérale.

CARNOT. — Chimie minérale.

MOLLIEX. — Analyse des eaux potables.

PELLERIN. — Traité d'analyse des matières alimentaires.

TABLE DES MATIERES

Introduction	7
Chapitre premier. — Aperçu de géographie physique et de géologie et rapport avec les eaux minérales	11
Chapitre II. — Procédés analytiques	17
Chapitre III.— Région du Bas-Dauphiné	31
Source de Crémieu	31
Région des chaînes moyennes	33
Source de Tullins-Fures	33
Choranche	34
Echaillon de Veurey.	38
Noyarey	41
Corenc.	42
Bouqueron.	44
Abbaye-les-Bains	45
Ile Verte	46
La Terrasse	47
Domène	48
Région des hautes chaînes.	50
La Boutière	50
La Ferrière.	51

La Sala	52
Allevard	53
Uriage	56
La Motte-les-Bains	62
Mayres	70
Monestier-d'Ambel	71
Monestier-de-Clermont	72
La Fontaine Ardente	77
Oriol (Cornillon-en-Trièves)	81
Le Bourg-d'Oisans	84
Cordéac	89
Tréminis	89
Conclusions	93
Bibliographie	97
